



TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

ANÁLISIS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES EN ESPAÑA



Memoria

Autor: Andreu Ollé Rodríguez
Director: Pablo Buenestado Caballero
Convocatoria: Mayo 2017



Resum

En el present document s'estudiaran i s'analitzaran les emissions de gasos d'efecte hivernacle al territori espanyol durant el període compres entre els anys 1990 fins al 2014. Es trobarà com ha sigut l'evolució de les emissions y com les diverses situacions econòmiques, tant nacionals com globals, han influït en aquestes.

Per un altra banda es mostra com s'han distribuït les emissions per a cada un dels sectors a estudiar.

També s'ha buscat la relació entre els sectors emissors així com la dependència de les emissions amb caràcter autoregressiu, es a dir, si les emissions d'anys anteriors guarden relació amb les futures.

Per poder realitzar l'estudi s'han utilitzat les dades aportades per el Ministeri d'agricultura, pesca, alimentació i medi ambient del govern d'Espanya en els inventaris publicats al "Sistema Español de Inventarios de Emisiones", on es mostren les emissions de gasos com el diòxid de carboni, el metà o el diòxid de nitrogen entre altres.

Resumen

En el presente documento se estudiarán y se analizarán las emisiones de gases de efecto invernadero en el territorio español durante el periodo comprendido entre los años 1990 hasta 2014. Se encontrará como ha sido la evolución de las emisiones y como las diversas situaciones económicas, tanto nacionales como globales, han influido en estas.

Por otro lado se muestra como se han distribuido las emisiones para cada uno de los sectores a estudiar.

También se ha buscado la relación entre los sectores emisores así como la dependencia de las emisiones con carácter autoregresivo, es decir, si las emisiones de años anteriores tienen relación con las futuras.

Para poder realizar el estudio se han utilizado los datos aportados por el Ministerio de agricultura, pesca, alimentación y medio ambiente del gobierno de España en los inventarios publicados en el “Sistema Español de Inventarios de Emisiones”, donde se muestran las emisiones de gases como el dióxido de carbono, el metano o el dióxido de nitrógeno entre otros.

Abstract

This document will study and analyse the greenhouse gas emissions in the Spanish territory during the period from 1990 to 2014. It will show how has been the evolution of the emissions and how the economic situations, both national and global, have influenced these.

On the other side it shows how the emissions have been distributed for each of the sectors of the study.

The relationship between the issuing sectors and the reliance on emissions have also been sought on an autoregressive basis, ie if the emissions of previous years are related to future emissions.

In order to carry out the study, the data used provides from the Ministry of Agriculture, Fisheries, Food and Environment of the Government of Spain in the inventories published in the " Sistema Español de Inventarios de Emisiones ", which shows the gas emissions as carbon dioxide, methane or nitrogen dioxide among others.



ÍNDICE

RESUM	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	10
2. TRATAMIENTO DE DATOS	11
2.1. Formato.....	11
2.2. Categorías	12
2.2.1. Energía.....	12
2.2.2. Industria	12
2.2.3. Agricultura.....	13
2.2.4. Uso de la tierra y forestal.....	13
2.2.5. Residuos	14
2.2.6. Internacional	14
2.3. Gases estudiados	14
2.4. Realización del archivo	17
3. ESTUDIO DE LAS EMISIONES	18
3.1. Emisiones anuales.....	18
3.1.1. Dióxido de carbono equivalente (CO ₂ -equivalente).....	18
3.1.2. Dióxido de carbono (CO ₂)	22
3.1.3. Metano (CH ₄)	26
3.1.4. Dióxido de nitrógeno (N ₂ O)	30
3.2. Emisiones acumuladas.....	34
3.2.1. Dióxido de carbono equivalente (CO ₂ -equivalente).....	34
3.2.2. Dióxido de carbono (CO ₂)	39
3.2.3. Metano (CH ₄)	43
3.2.4. Dióxido de nitrógeno (N ₂ O)	48
4. ANÁLISIS DE LAS EMISIONES	53
4.1. Covarianzas por gas	53
4.1.1. Dióxido de carbono equivalente (CO ₂ -equivalente).....	55
4.1.2. Dióxido de carbono (CO ₂)	59
4.1.3. Metano (CH ₄)	63
4.1.4. Dióxido de nitrógeno (N ₂ O)	67

4.2.	Proceso autorregresivo	70
4.2.1.	Dióxido de carbono equivalente (CO ₂ -equivalente)	71
4.2.2.	Dióxido de carbono (CO ₂)	73
4.2.3.	Metano (CH ₄)	74
4.2.4.	Dióxido de nitrógeno (N ₂ O)	76
5.	PRESUPUESTO	79
5.1.	Coste de los recursos humanos	79
5.2.	Coste de los equipos	79
5.3.	Coste del proyecto	79
CONCLUSIONES		80
BIBLIOGRAFÍA		83

1. Introducció

En los últimos años han crecido el número de noticias y titulares sobre el calentamiento global, a la vez que los gobiernos han reglado los niveles de emisiones contaminantes que agravaran la situación.

El calentamiento global viene dado principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero, generalmente a causa de la actividad humana sobre el planeta.

Los gases de efecto invernadero son aquellos que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo. Este es un proceso fundamental en nuestra atmosfera para la regulación térmica del planeta, el problema aparece cuando las concentraciones de estos gases son demasiado superiores y provocan absorciones y emisiones de radiación mayores. Los gases de efecto invernadero más comunes en la atmosfera son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el dióxido de nitrógeno y el ozono.

Además de estos gases también se emite hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, fluorocarburos y perfluorocarburos.

El origen de las emisiones es de diversas naturalezas, ya sean de origen industrial, en la generación de energía, a causa de la explotación agrícola y/o ganadera o transporte nacional e internacional.

En este estudio se quieren estudiar y analizar los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero en España. Para ello se trabajara sobre el inventario publicado por el Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente en el Sistema de Inventario de Emisiones [1], donde muestra los valores de emisiones de estos gases para cada uno de los sectores de proveniencia.

Este inventario recopila información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero según lo previsto por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, así como por el Reglamento 525/2013 de la UE de notificación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para la realización de este estudio se han utilizado los inventarios publicados del periodo comprendido entre los años 1990 a 2014.

2. Tratamiento de datos

Para poder estudiar los datos dados por el ministerio primero se debe organizarlos de manera que permita trabajar en una misma hoja de Excel, ya que los datos del ministerio vienen separados en una hoja para cada uno de las categorías en las que se dividen las emisiones.

2.1. Formato

El formato de los datos del ministerio sigue el patrón de una hoja para cada una de las categorías de las emisiones.

Se divide en tablas nombradas de la siguiente manera:

Table1.A(a), donde el valor numérico indica la categoría, la letra mayúscula el sector. La letra minúscula es usada para definir las diversas hojas de cada sector, pero no está relacionada con las diferentes actividades de cada uno de estos.

Tal y como está reflejado en los inventarios del ministerio las categorías son las siguientes.

1. Energía
2. Industria
3. Agricultura
4. Uso de la tierra y forestal
5. Residuos

Estas son las categorías en las que se reúnen los datos de las emisiones realizadas en España.

En los inventarios hay más hojas “nombradas” con números superiores a 5. En estas se reflejan valores de emisiones indirectas, así como re-cálculos de algunas de las anteriormente mencionadas e información de los valores que aparecen representados como NE/IE (no estimado/representado en otro lugar).

De todas estas hojas restantes me he quedado con los valores de una actividad, los búnkeres internacionales, es decir, las emisiones de los transportes internacionales que pasan por territorio español.

Para agilizar los cálculos a esta actividad le he asignado una categoría:

6. Internacional



2.2. Categorías

En este apartado se expondrá cada una de las categorías así como todas sus actividades.

2.2.1. Energía

Las emisiones de energía están separadas en dos grupos, las actividades de combustión y las emisiones fugitivas.

En el primer grupo se incluyen las siguientes actividades:

1. Industrias del sector energético, donde encontramos las plantas de servicio público de electricidad y calor, refinado de petróleo y la transformación de combustibles sólidos.
2. Combustión estacionaria en la industria. Representa la generación de energía puntual para la siderurgia, la industria de metales no férricos, la industria química, la industria de la celulosa e imprenta, el procesado de productos alimenticios y tabaco así como la industria de otros minerales no metálicos.
3. Transporte. Incluye la aviación, transporte naval, por carretera y railes.
4. Otros sectores. Usos comerciales e institucionales y residenciales.

En el grupo de emisiones fugitivas se valoran las emisiones causadas por fallos en los sistemas de captación, por un mal diseño o daños en estos. Suelen producirse en filtros, ductos y campanas.

1. Combustibles sólidos.
2. Petróleo y gas natural.

2.2.2. Industria

En esta categoría encontramos las emisiones generadas en los procesos industriales. Se divide en ocho sectores que incluyen las actividades:

1. Productos minerales. Producción de cemento, de cal, de vidrio y otros procesos con uso de carbonatos.
2. Industria química. Producción de amoníaco, ácido nítrico, halocarburos, industria petroquímica, entre otras.
3. Producción metalúrgica. Producción de hierro y acero, aluminio, ferroaleaciones, plomo y otros.
4. Consumo no energético de combustibles y uso de disolventes. Uso de lubricantes, ceras parafínicas, uso de disolventes, asfalto para tejados y pintura asfáltica para carreteras.
5. Industria electrónica.

6. Uso de productos sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono.
7. Manufactura y uso de otros productos
8. Otros.

2.2.3. Agricultura

En la categoría de la agricultura se encuentran los sectores:

1. Fermentación entérica. Vacuno de leche, vacuno no de leche, ovino, porcino u otros ganados.
2. Gestión de estiércoles. Vacuno de leche, vacuno no de leche, ovino, porcino u otros ganados.
3. Cultivo de arroz.
4. Suelos agrícolas.
5. Quema de residuos.
6. Enmienda caliza.
7. Fertilización con urea.

2.2.4. Uso de la tierra y forestal

Se divide en los sectores correspondientes,

1. Tierras forestales.
2. Tierras de cultivo.
3. Pastizales.
4. Humedales.
5. Asentamientos.
6. Otras tierras.
7. Productos madereros.

En esta categoría no hay división de actividades, sino que se representan las emisiones del suelo caracterizado como cada uno de los sectores así como el suelo que pasa a caracterizarse de esa misma forma.

Es decir, en el año 2014 en España había un total de 14.331.813 hectáreas de suelo forestal y 1.026.787 hectáreas de suelo de otro uso pasaron a ser suelo forestal. Así que se dividirán las emisiones de estas dos superficies.

2.2.5. Residuos

Se encuentra dividida en los siguientes sectores con las respectivas actividades.

1. Deposito en vertedero de residuos sólidos. Separado en vertederos Gestionados y en vertederos no gestionados.
2. Tratamiento biológico de residuos sólidos. Producción de compost y digestión anaeróbica en las instalaciones de biogás.
3. Tratamiento y eliminación de aguas residuales. Aguas de origen industrial, de origen doméstico.

2.2.6. Internacional

Esta es la categoría añadida en este estudio dado los niveles de emisiones que estas aportan en territorio español. Se divide en dos sectores.

1. Aviación internacional.
2. Tráfico naval internacional.

A recalcar que en todas las categorías hay más sectores y/o actividades que las mencionadas, pero no se han tenido en cuenta en este estudio ya que en el inventario del ministerio no aparecen los datos de estas.

2.3. Gases estudiados

En los inventarios se recogen los datos de emisiones, en el periodo comprendido entre el año 1990 al 2014, de cada una de las categorías correspondientes a los gases de efecto invernadero. Estos son el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), el óxido de nitrógeno (N_2O), hexafluoruro de azufre (SF_6), el trifluoruro de nitrógeno (NF_3) y los fluorocarburos y perfluorocarburos.

Como estudiar y analizar todos estos gases y su influencia en la contaminación global, así como para realizar comparaciones a nivel internacional, se calcula un valor llamado el dióxido de carbono equivalente (CO_2 -equivalente). Este valor se calcula sumando los niveles de emisión de cada uno de los gases a estudiar como si de dióxido de carbono se tratase.

Para ello se hace una conversión en los valores basada en una sencilla operación:

$$CO_{2eq} = masa\ del\ gas \cdot potencial\ de\ calentamiento\ global \quad (Eq.\ 2.1.)$$

Donde el potencial de calentamiento global es un valor dado a cada gas según su contribución al calentamiento global dentro de un periodo de tiempo definido, de veinte, cien o quinientos años, siempre en comparación con el dióxido de carbono (CO₂).

Por ejemplo el valor de potencial de calentamiento global a cien años del metano (CH₄) es de 21, según la Convención por el Cambio Climático de las Naciones Unidas [2]. Así que en esa medida de tiempo un kilogramo de metano calienta veintiuna veces más que uno de dióxido de carbono.

Species	Chemical formula	Lifetime (years)	Global Warming Potential (Time Horizon)		
			20 years	100 years	500 years
CO ₂	CO ₂	variable §	1	1	1
Methane *	CH ₄	12±3	56	21	6.5
Nitrous oxide	N ₂ O	120	280	310	170
HFC-23	CHF ₃	264	9100	11700	9800
HFC-32	CH ₂ F ₂	5.6	2100	650	200
HFC-41	CH ₃ F	3.7	490	150	45
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	17.1	3000	1300	400
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	32.6	4600	2800	920
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	10.6	2900	1000	310
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	14.6	3400	1300	420
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	1.5	460	140	42
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	3.8	1000	300	94
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	48.3	5000	3800	1400
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇	36.5	4300	2900	950
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	209	5100	6300	4700
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	6.6	1800	560	170
Sulphur hexafluoride	SF ₆	3200	16300	23900	34900
Perfluoromethane	CF ₄	50000	4400	6500	10000
Perfluoroethane	C ₂ F ₆	10000	6200	9200	14000
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	2600	4800	7000	10100
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	2600	4800	7000	10100
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	3200	6000	8700	12700
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	4100	5100	7500	11000
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	3200	5000	7400	10700

Figura 2.1. Potenciales de calentamiento global (Naciones Unidas) [2]

La conversión de cada uno de los gases en dióxido de carbono equivalente ya viene dada en los inventarios, por eso no ha sido necesario realizarla durante el estudio.

2.4. Realización del archivo

Para poder trabajar los datos tuve que crear un archivo el cual facilitara el proceso de estudio de las series de datos.

He elegido el mismo formato que los inventarios para ordenar y dividir las categorías y sectores, sin representar las actividades para no tener un archivo demasiado grande que ocasionara dificultades al estudio.

De esta manera ha quedado un archivo Excel con cinco hojas, una para cada uno de los gases o conjunto de gases de efecto invernadero.

Una vez realizado el archivo he decidido obviar la hoja correspondiente a los fluorocarburos y a los perfluorocarburos por la gran falta de datos en la gran parte de las series. Se ha procedido de la misma forma con el hexafluoruro de azufre y el trifluoruro de nitrógeno.

De esta manera solo se trabajarán los gases, dióxido de carbono equivalente (CO_2 -equivalente), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y el óxido de nitrógeno (N_2O).

3. ESTUDIO DE LAS EMISIONES

Una vez realizado el archivo de trabajo es hora de ver cuáles han sido los niveles de emisiones dentro del territorio español en los veinticinco años de datos que poseemos.

Para la realización del informe seguiré el mismo orden que he usado para organizar los inventarios, separar por los cuatro gases estudiados y dentro de estos se analizarán las categorías.

3.1. Emisiones anuales

Lo primero será ver cuáles han sido las emisiones anuales por cada gas, así como la evolución de estas en el periodo de veinticinco años.

3.1.1. Dióxido de carbono equivalente (CO₂-equivalente)

Para empezar veremos los valores totales de emisiones. En el año 1990 se emitieron un total de 260567,68 kt, recordar que esto es un valor convertido de todas las emisiones de gases de efecto invernadero de ese año, y desde entonces ha ido creciendo el valor de manera lineal hasta el 2007.

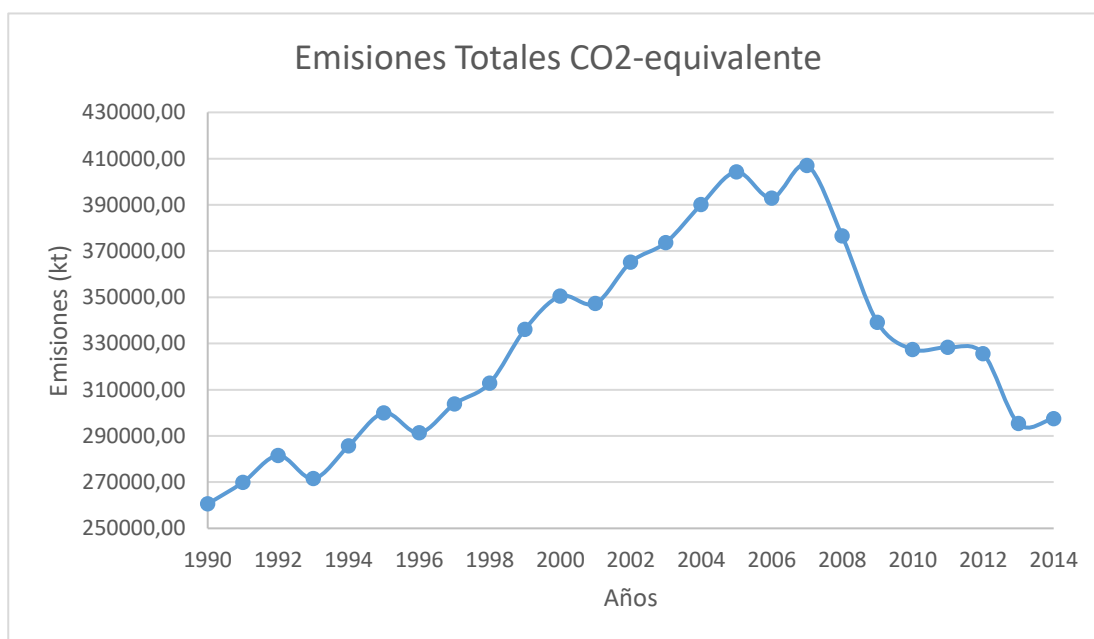


Gráfico 3.1. Emisiones totales CO₂-equivalente

Como vemos en el gráfico en algunos años entre 1990 y 2007 ha habido descensos de emisiones siendo la más clara la de 1993, año en el que España entro en crisis económica después de años de crisis a nivel global, iniciada por la crisis inmobiliaria de Japón en el 1990 y acompañada por la Guerra de Golfo, que provocó tensión en el precio del petróleo. A nivel nacional esta crisis solo duro un año, ya que en 1994 el PIB nacional creció a ritmos previos a la crisis.

Pero el dato más claro es la caída a partir del año 2008, año en el que explota la crisis económica y se alarga, según la contabilidad nacional, hasta el 2014. La caída de emisiones nos coloca a niveles del año 1996, previo a la época de la burbuja inmobiliaria de España.

Si comparamos las emisiones del año 1990 con los valores más altos, los de 2007, observamos un crecimiento de las emisiones del 156,22% en sólo diecisiete años.

Categorías

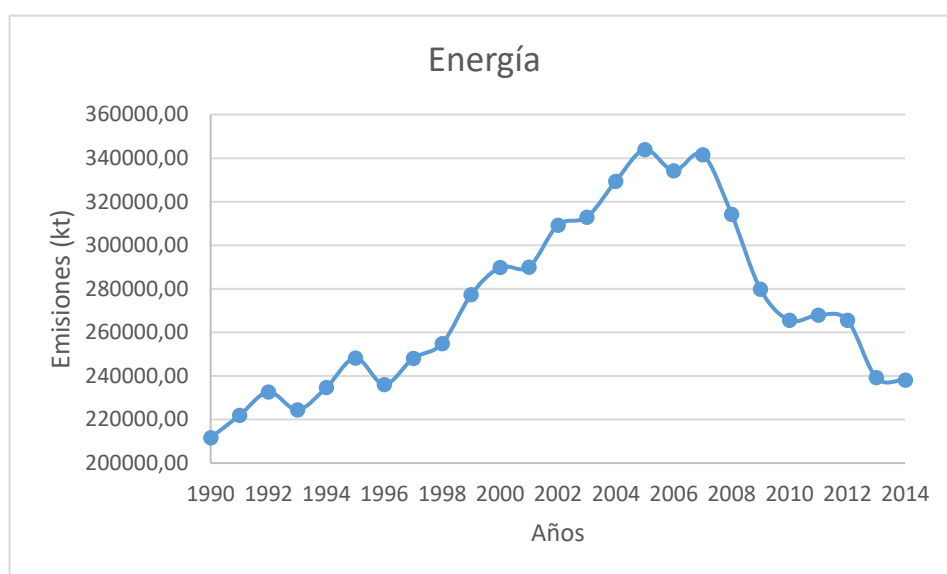


Gráfico 3.2. Emisiones energía CO₂-equivalente

Si analizamos la evolución de las emisiones en energía vemos que es casi idéntica a la señal de emisiones totales ya que, como se mostrara en el siguiente capítulo, esta es la principal fuente de emisiones equivalentes entre todas las que comprenden este estudio.

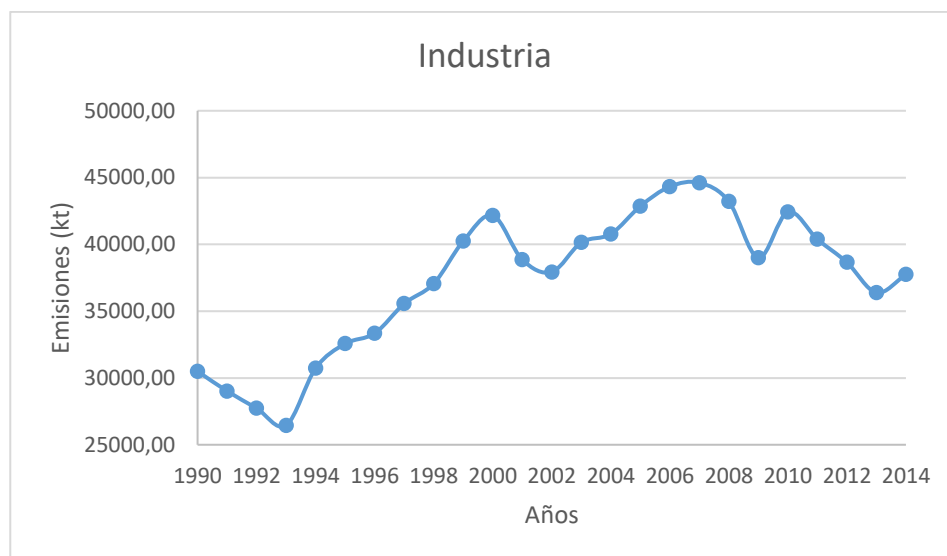


Gráfico 3.3. Emisiones industria CO₂-equivalente

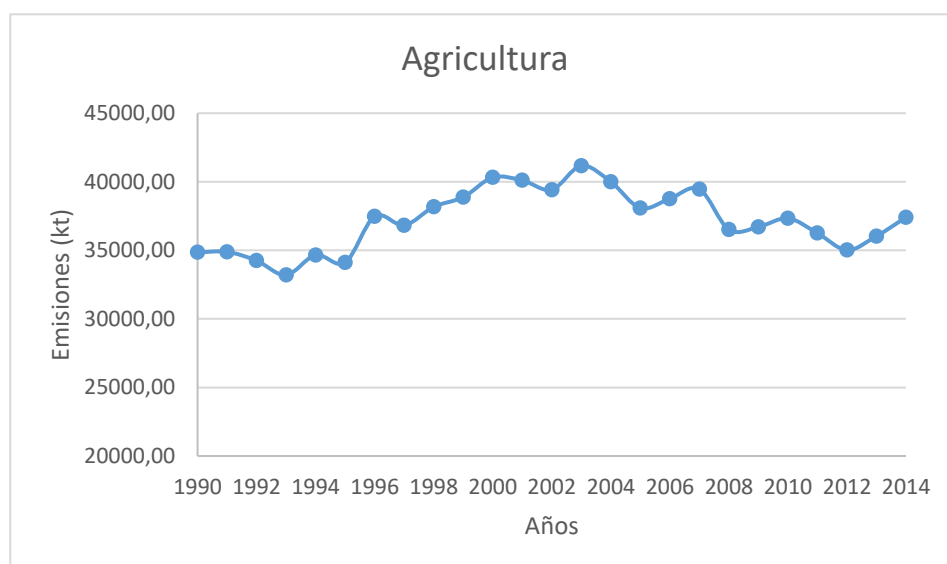


Gráfico 3.4. Emisiones agricultura CO₂-equivalente

La evolución de las emisiones en industria ha seguido una evolución similar a la de la señal total, así como la de energía, mientras que las emisiones en agricultura se han mantenido relativamente constantes.

Hay que destacar la diferencia de escala entre estas dos últimas señales y la de energía, que está un orden de magnitud por encima.

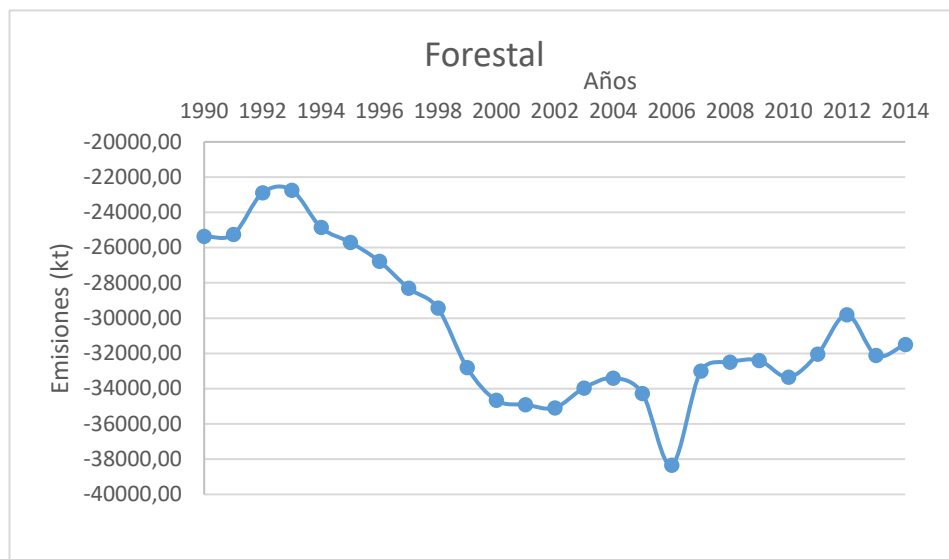


Gráfico 3.5. Emisiones forestales CO₂-equivalente

Como se observa las emisiones de dióxido de carbono equivalentes son negativas en la categoría forestal, esto es a causa de que los bosques y las zonas verdes absorben el dióxido de carbono y, como se verá más adelante, los niveles de emisión de otros gases de esta categoría son de valores bajos.

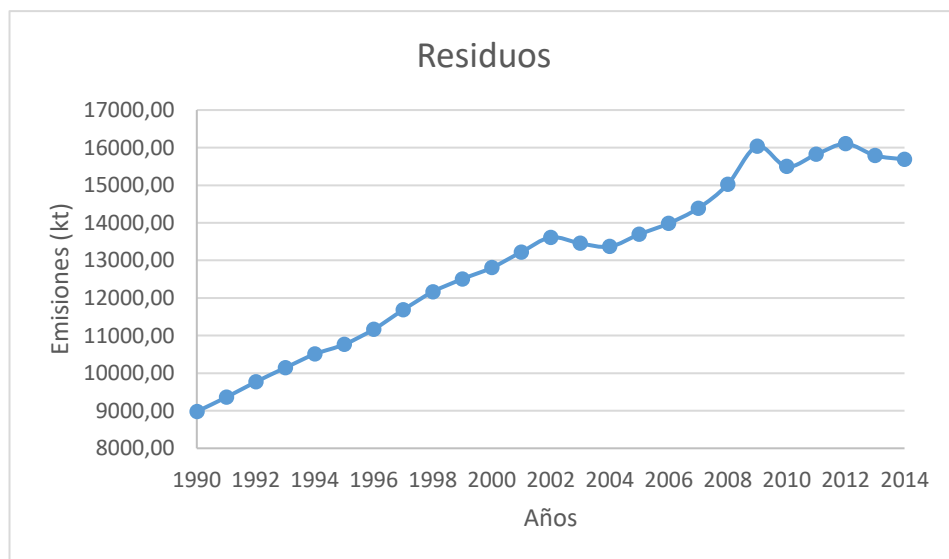


Gráfico 3.6. Emisiones residuos CO₂-equivalente

Las emisiones en residuos han ido creciendo de manera casi lineal desde que se conocen datos.

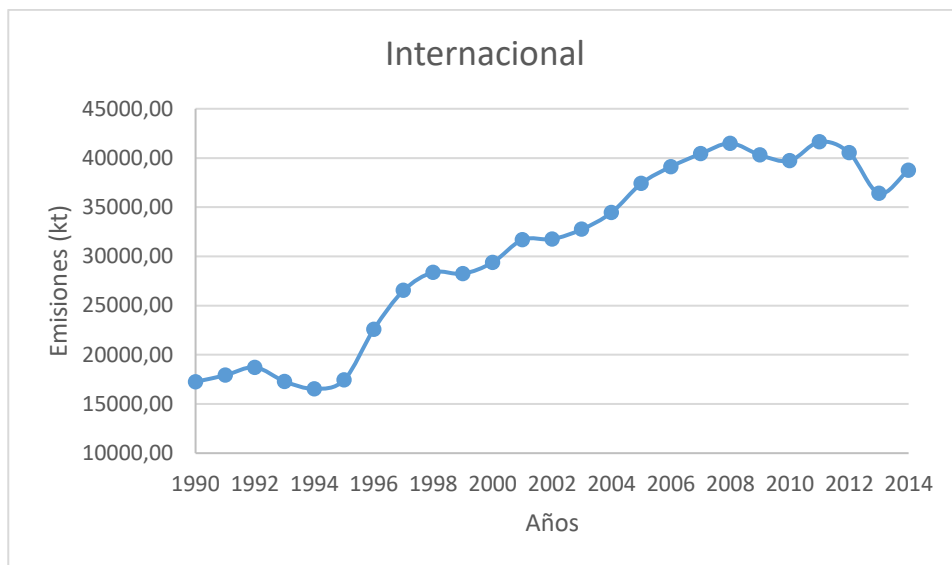


Gráfico 3.7. Emisiones internacional CO₂-equivalente

De igual manera que en la categoría de los residuos las emisiones provenientes de tráfico internacional han crecido desde que se conocen datos. La principal diferencia con la categoría anterior es la caída de emisiones en los años donde la economía mundial cayó.

3.1.2. Dióxido de carbono (CO₂)

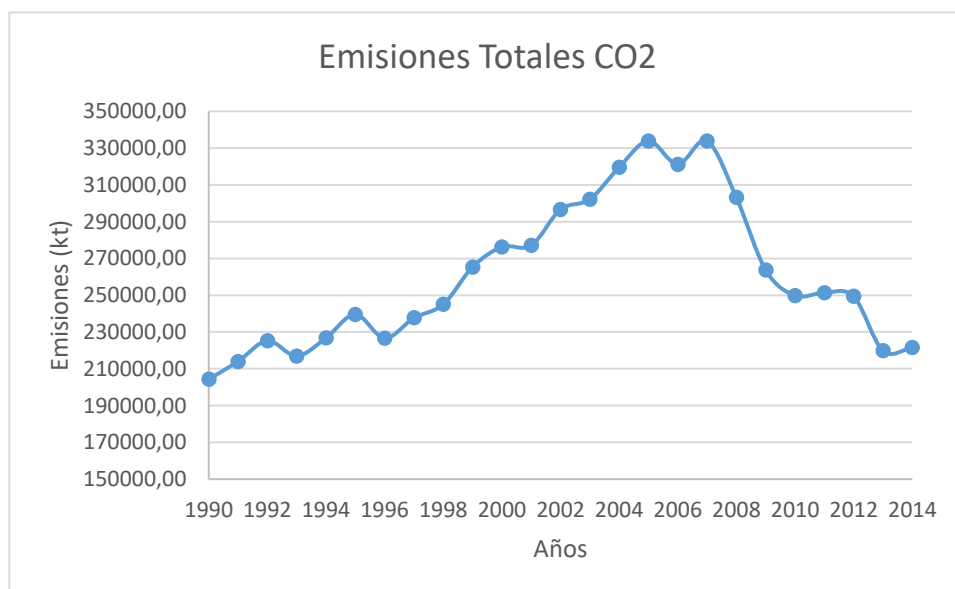


Gráfico 3.8. Emisiones totales CO₂

Si nos reñimos solo al dióxido de carbono se puede observar que la señal es prácticamente igual que la señal correspondiente a las emisiones totales de dióxido de carbono equivalente. Esto se debe a la

gran cantidad de emisiones de este gas, que teniendo menos potencial de calentamiento global que el resto, la diferencia de emisiones es tal que las señales equivalentes siguen su forma.

Categorías

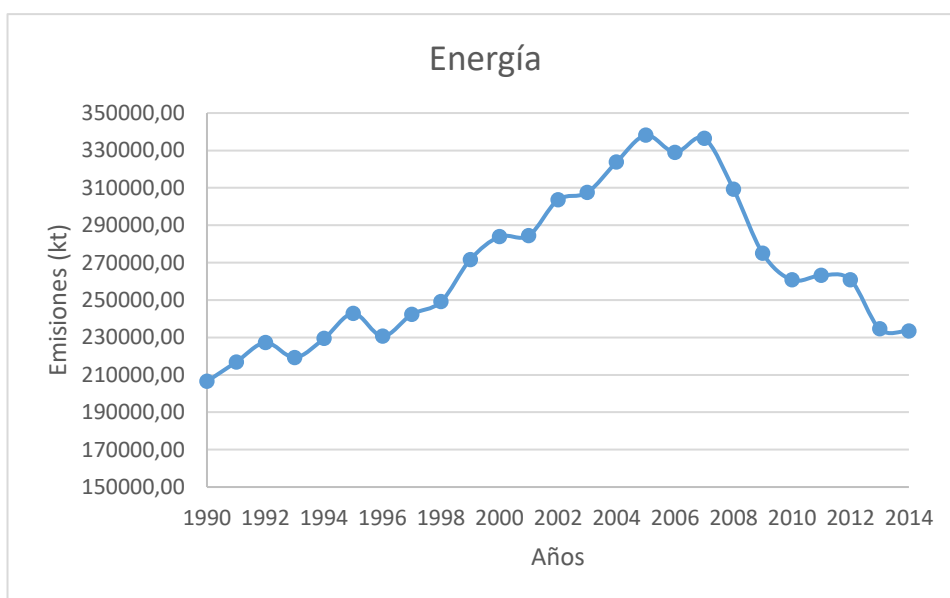


Gráfico 3.9. Emisiones energía CO₂

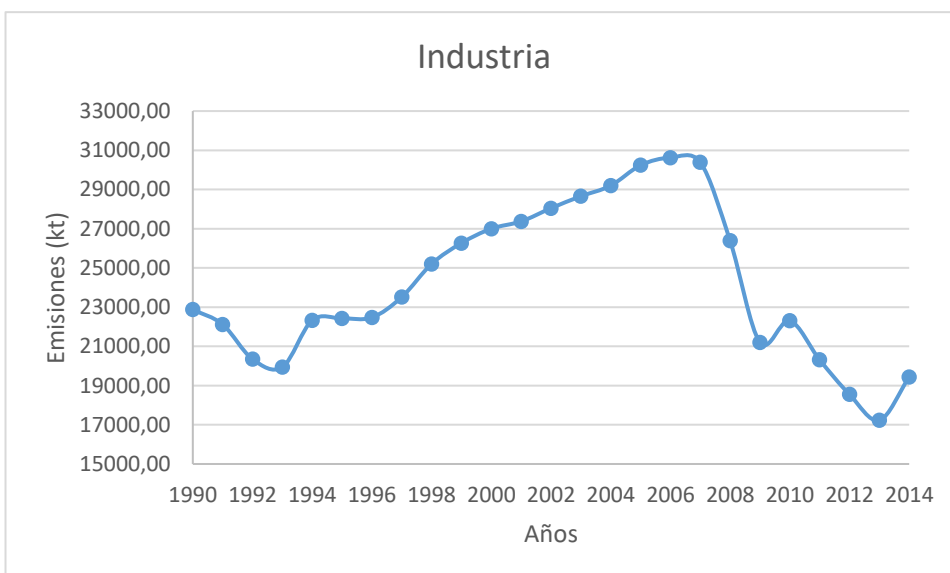


Gráfico 3.10. Emisiones industria CO₂

Como se puede observar las series de energía e industria son, a escala menor, iguales a las del gas dióxido de carbono equivalente en estas mismas categorías.

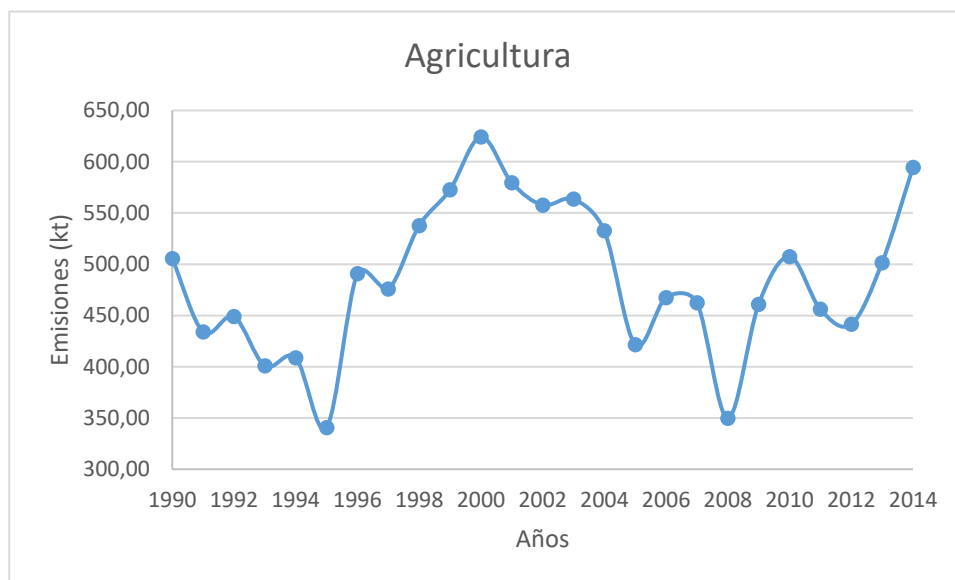


Gráfico 3.11. Emisiones agricultura CO₂

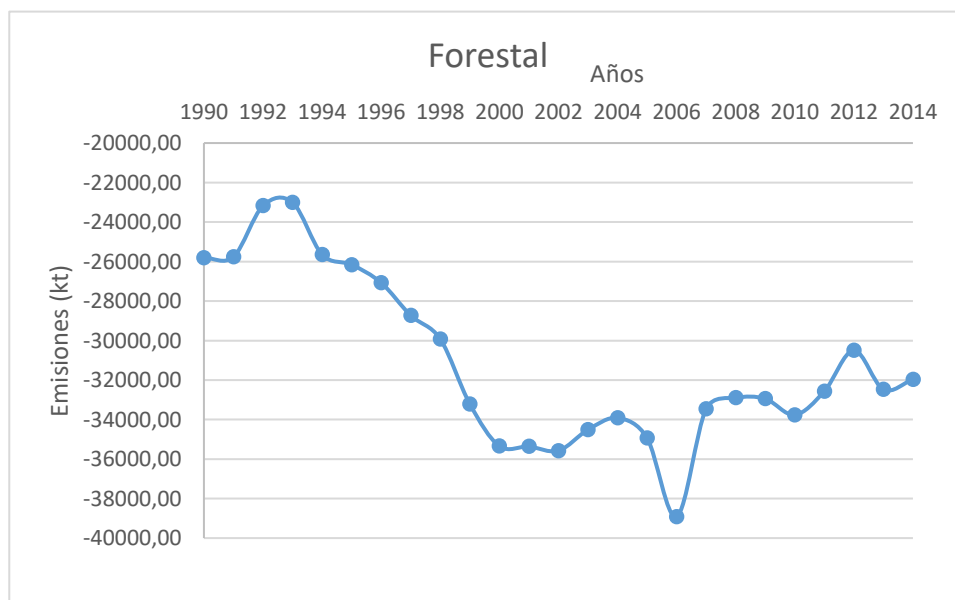


Gráfico 3.12. Emisiones forestales CO₂

De las emisiones de agricultura se observa que la escala respecto al dióxido de carbono equivalente es mucho más pequeña. Esto es debido al gran peso que tiene el metano en esta categoría.

Por la parte de la serie forestal se ve similitud a la del dióxido de carbono equivalente.

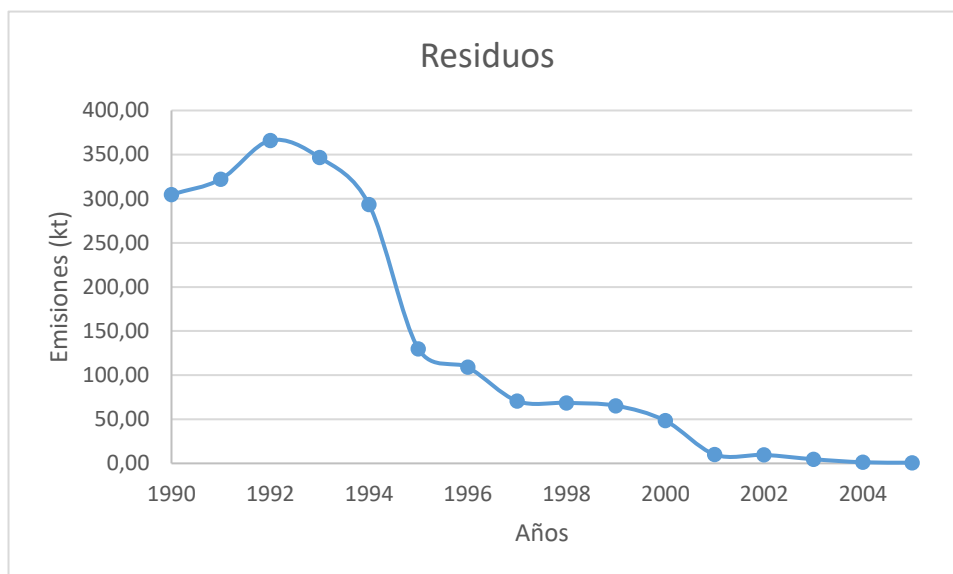


Gráfico 3.13. Emisiones residuos CO₂

En este caso sí que se observan diferencias respecto a la serie de la categoría anterior. Primero hay que remarcar que los datos de residuos en la categoría de dióxido de carbono se cortan en 2006.

Mientras las emisiones equivalentes han ido creciendo desde 1990, las de dióxido de carbono se han ido reduciendo año tras año.

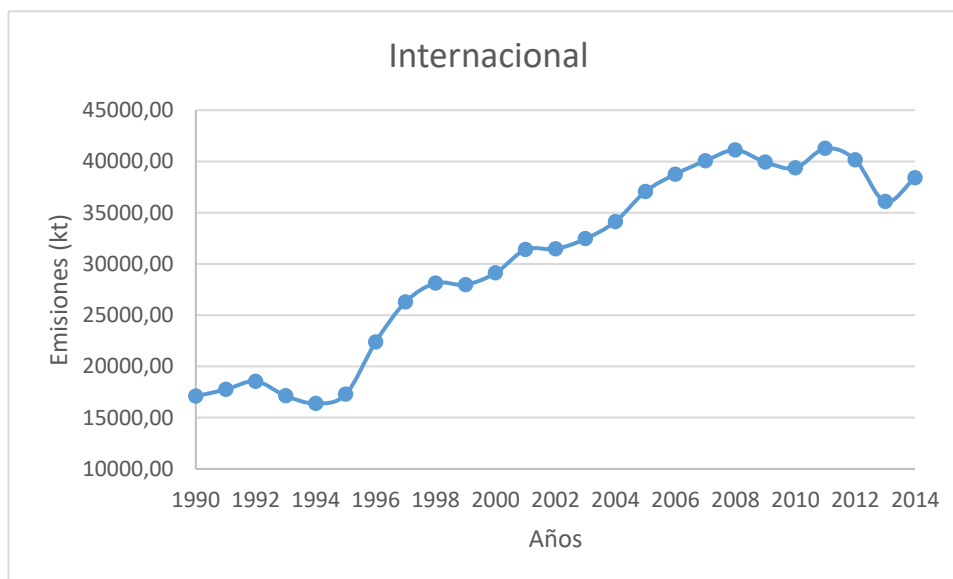


Gráfico 3.14. Emisiones internacional CO₂

Por parte del transporte internacional sí que se observa similitud con la señal del dióxido de carbono equivalente.

3.1.3. Metano (CH₄)

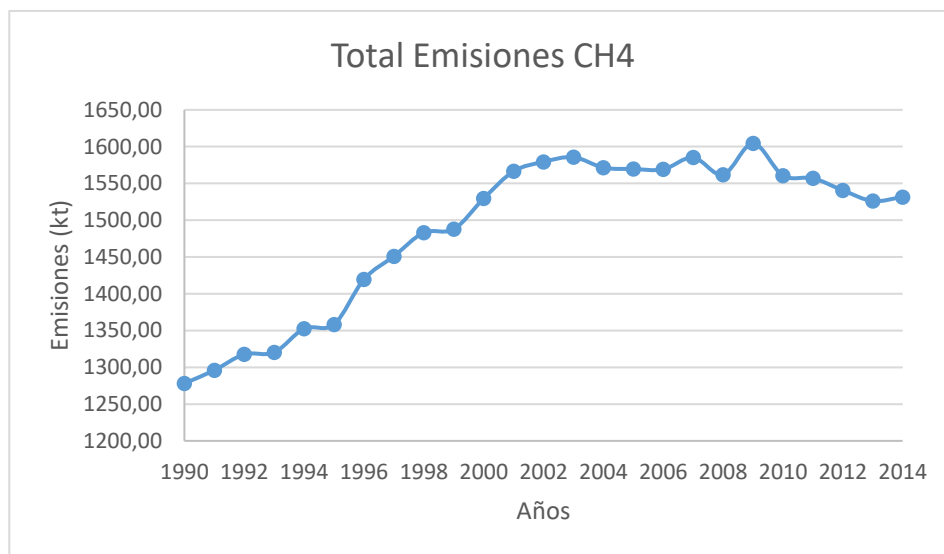


Gráfico 3.15. Emisiones totales CH₄

Las emisiones de metano, igual que el resto, han crecido desde que se muestran datos. En este caso no han afectado tanto las recesiones económicas que han surgido en los años mencionados previamente.

Categorías

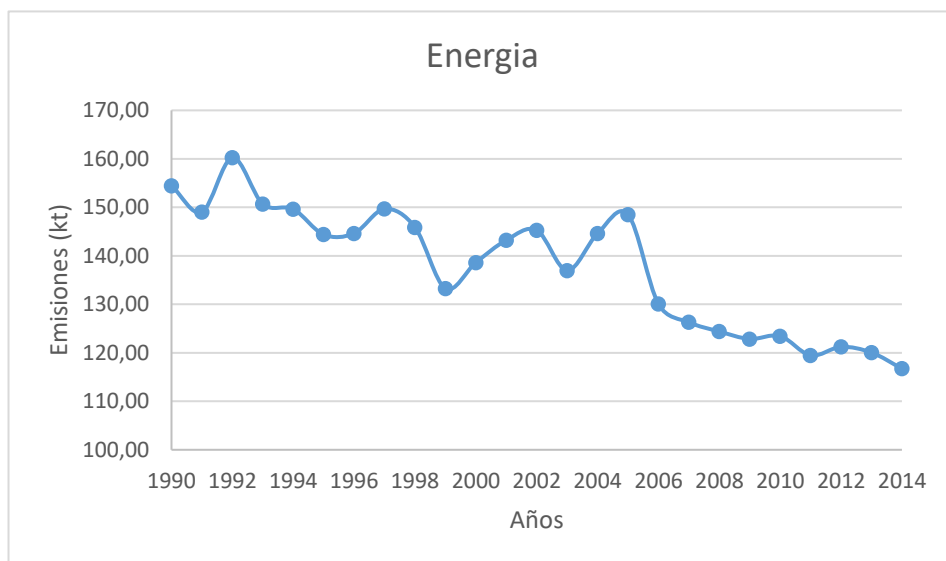


Gráfico 3.16. Emisiones energía CH₄

Aun y el aumento histórico de emisiones totales de metano, en la categoría de energía se ve un claro descenso de emisiones, especialmente en los años posteriores a la crisis de 2008. Esto se debe al decrecimiento de emisiones fugitivas, tanto sólidas como no sólidas, gracias a mejoras legislativas.

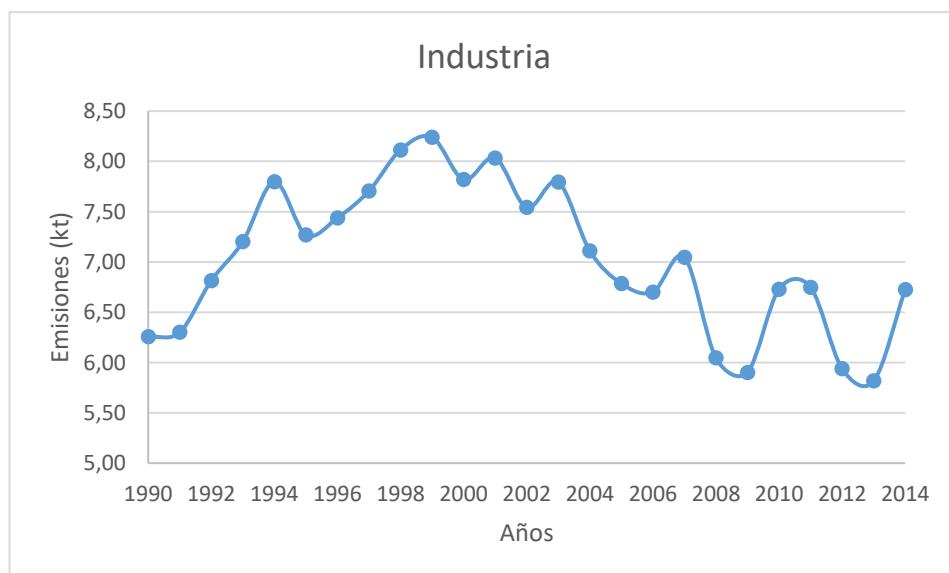


Gráfico 3.17. Emisiones industria CH₄

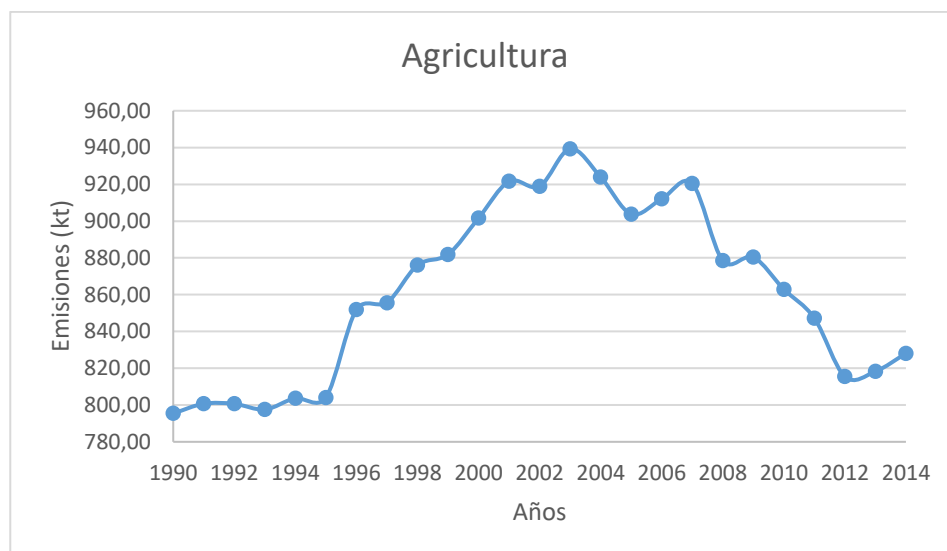


Gráfico 3.18. Emisiones agricultura CH₄

De la categoría de industria podemos decir que en quince años las emisiones han subido hasta dos kilo toneladas por encima de los valores iniciales, para después descender y encontrarse a solo una, con fluctuaciones que incluso las llevan a valores inferiores a los de 1990.

Por parte de la agricultura vemos que los valores de emisiones han crecido a partir de 1995, para bajar a niveles algo superiores a 1990.

De esta categoría cabe destacar el gran peso que tiene en las emisiones totales del metano. Como veremos más adelante gran parte de estas provienen del sector de la ganadería.

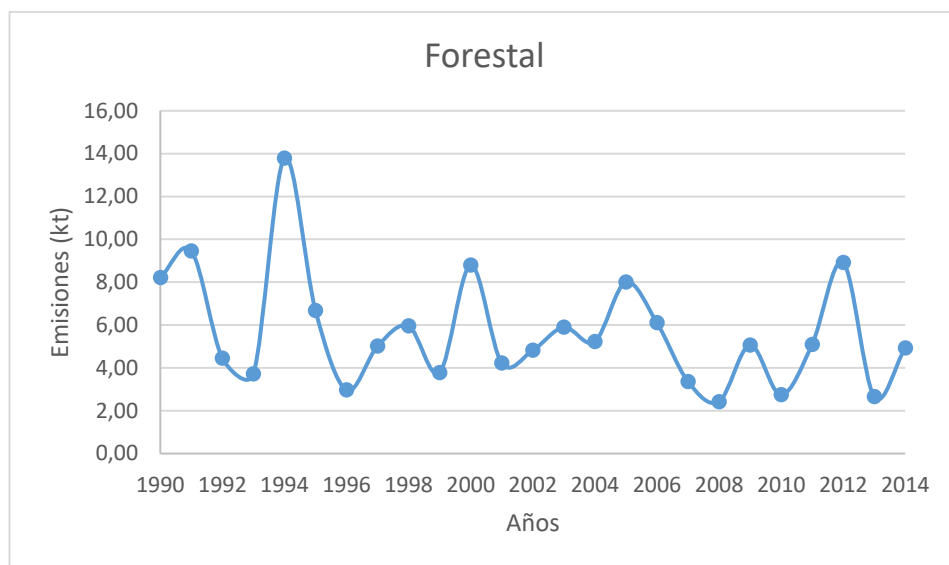


Gráfico 3.19. Emisiones forestales CH₄

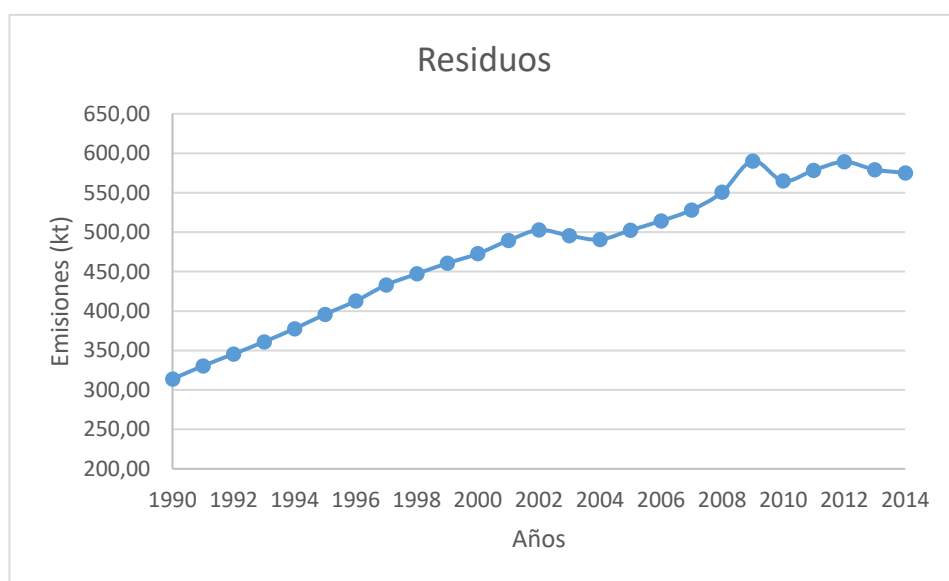


Gráfico 3.20. Emisiones residuos CH₄

De estas dos últimas series de emisiones de metano podemos ver la linealidad de las emisiones de la categoría de residuos, y por primera vez valores positivos de emisiones en la categoría forestal.

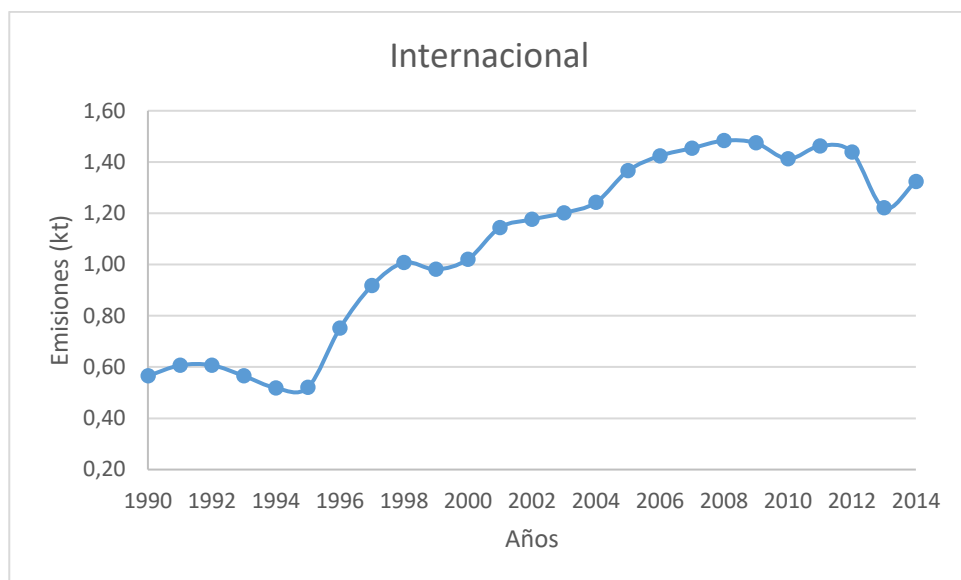


Gráfico 3.21. Emisiones internacional CH₄

3.1.4. Dióxido de nitrógeno (N₂O)

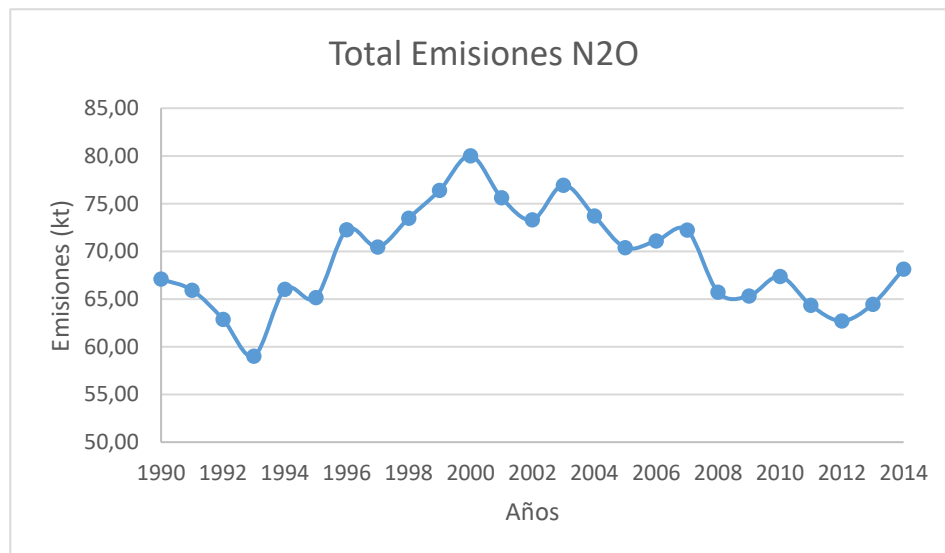


Gráfico 3.22. Emisiones totales N₂O

Último gas a estudiar y vemos que la evolución de las emisiones es similar al dióxido de carbono, ha subido cuando la economía era favorable y ha caído cuando esta se frenaba o decrecía. La principal

diferencia es que para el dióxido de nitrógeno la señal es algo más irregular año a año, pero permite hacer este estudio respecto al dióxido de carbono.

Categorías

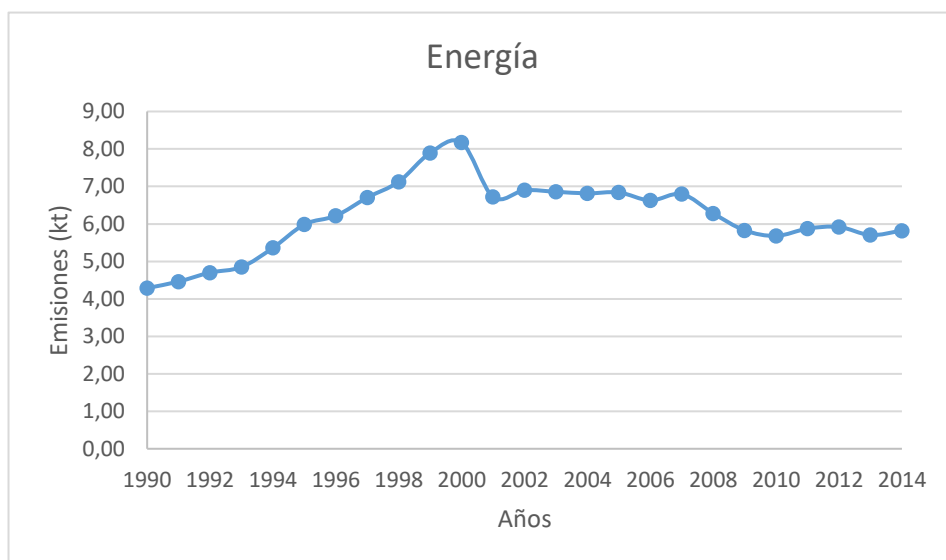


Gráfico 3.23. Emisiones energía N₂O

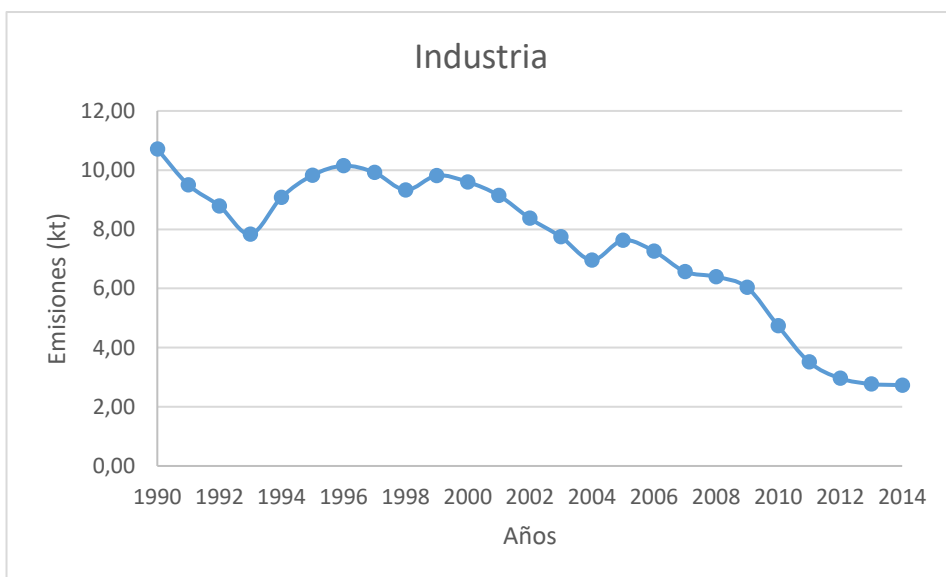


Gráfico 3.24. Emisiones industria N₂O

En la categoría de energía vemos un crecimiento hasta el año 2000, que supuso doblar las emisiones en solo diez años, y un decrecimiento suavizado hasta llegar a los niveles de 2014, a dos kilo toneladas de los valores iniciales.

En cambio las emisiones de la categoría de industria han caído año tras año, gracias a la inversión en protección del medio ambiente que se ha realizado en este sector.

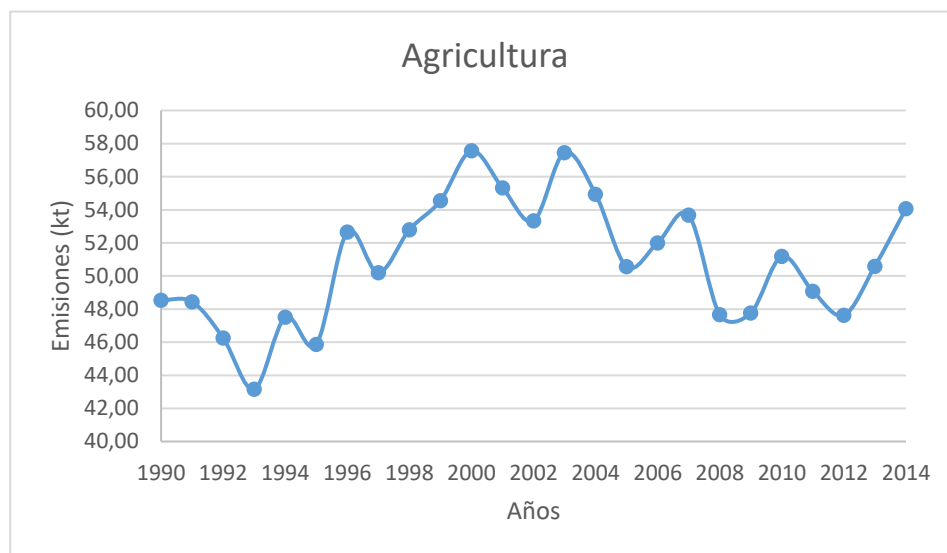


Gráfico 3.25. Emisiones agricultura N_2O

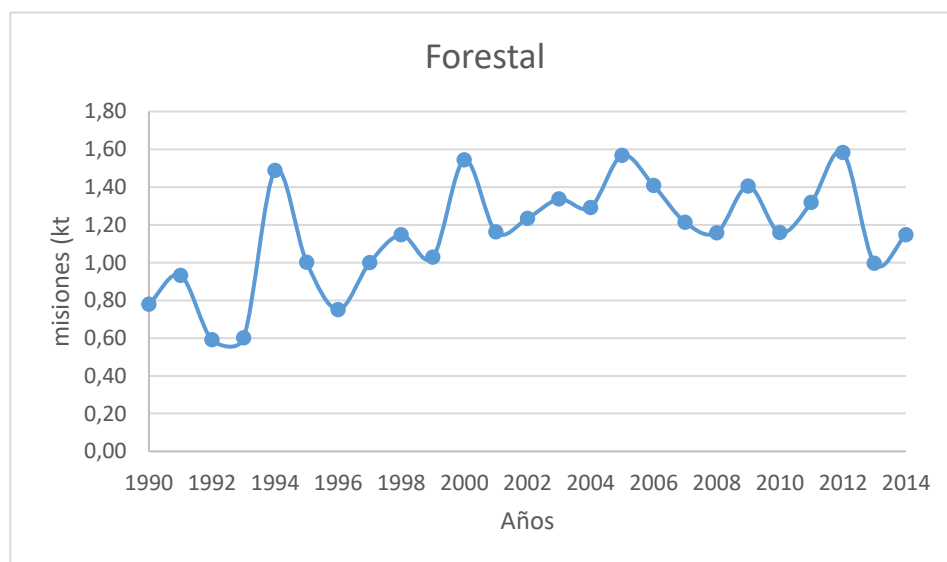


Gráfico 3.26. Emisiones forestales N_2O

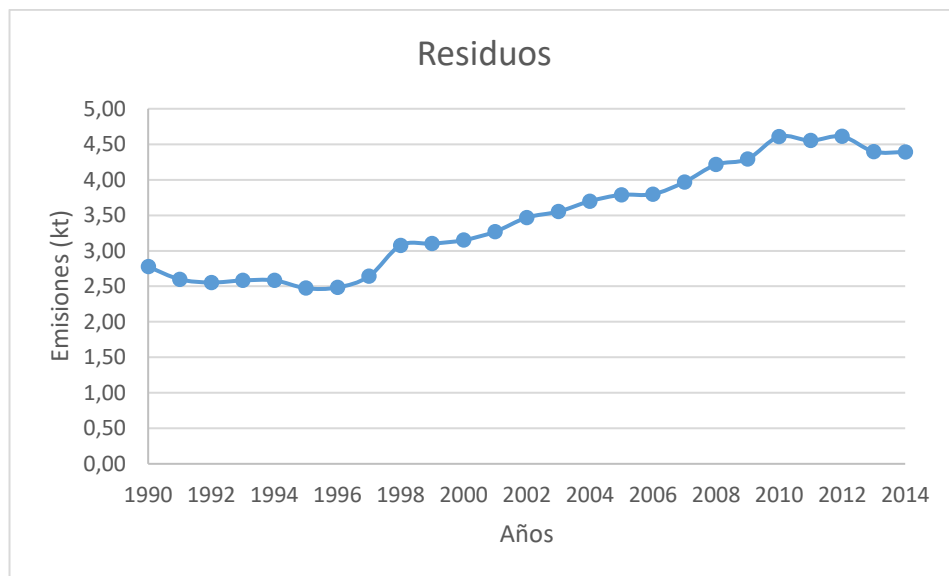


Gráfico 3.27. Emisiones residuos N₂O

Las emisiones en agricultura han fluctuado con la situación económica nacional, mientras que en la categoría de residuos no ha dejado de crecer desde 1996, después de unos años de descenso en los niveles de emisiones.

Por parte del transporte internacional las emisiones han aumentado año a año con pequeñas caídas en años puntuales.

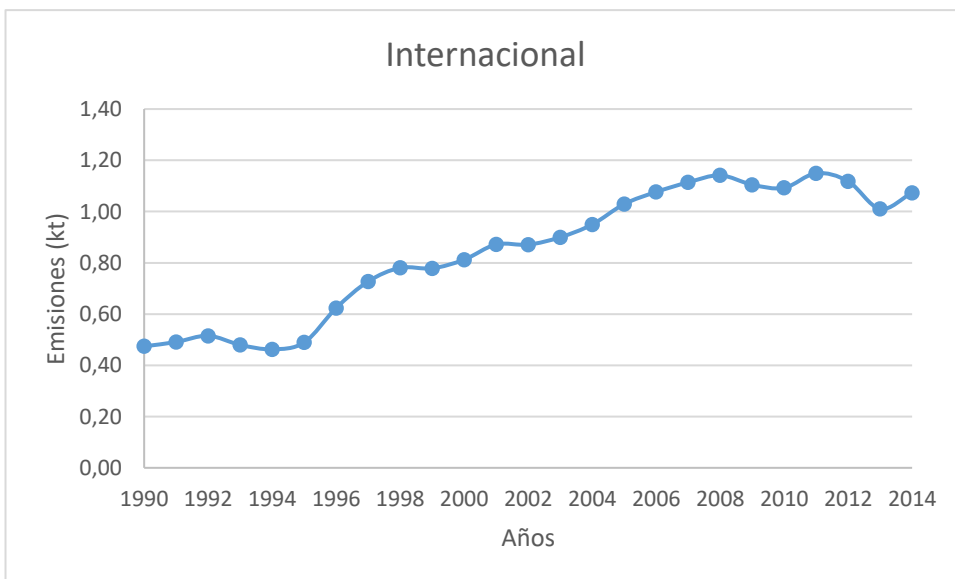


Gráfico 3.28. Emisiones internacional N₂O

3.2. Emisiones acumuladas

En este apartado del estudio de las emisiones se verá el peso de cada uno de los sectores en los que se divide cada categoría y para ello se han realizado graficas de áreas apiladas.

3.2.1. Dióxido de carbono equivalente (CO₂-equivalente)

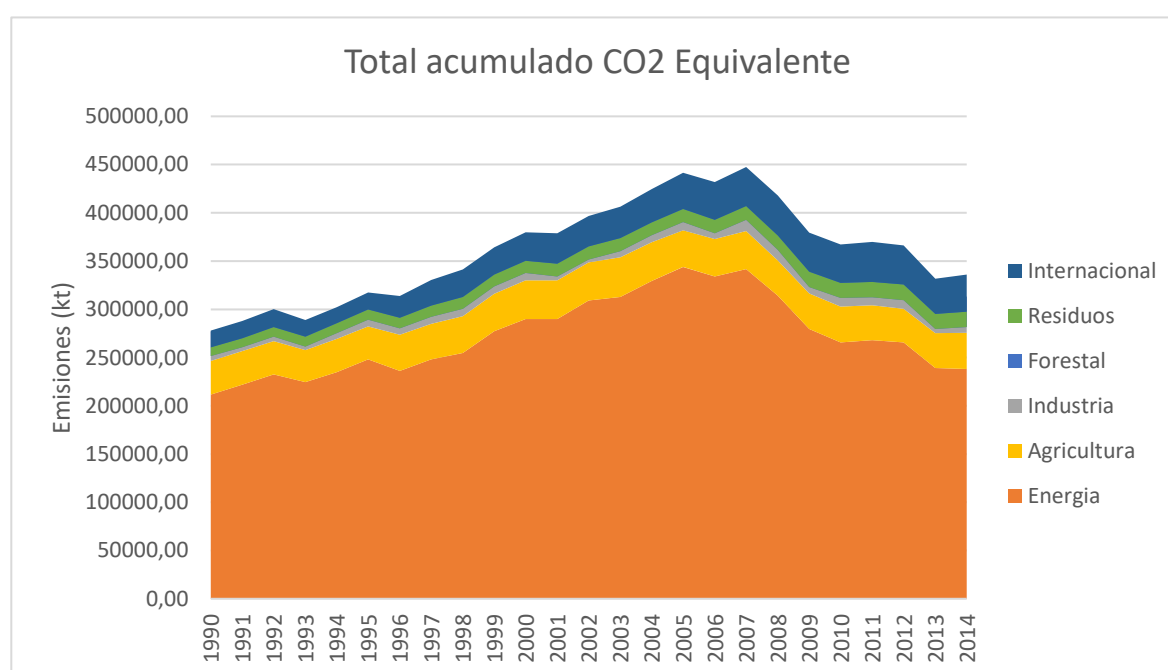


Gráfico 3.29. Emisiones acumuladas totales CO₂-equivalente

Como era de esperar la categoría más contaminante es la de la energía, suponiendo de media un 82,6% de las emisiones equivalentes totales.

La segunda categoría que más emisiones equivalentes aporta es la agricultura, en gran parte por las emisiones de metano de la ganadería. A esta categoría le siguen las emisiones internacionales, los residuos y la industria. Las emisiones de la categoría forestal no se visualizan, pero están añadidas al gráfico.

Categorías

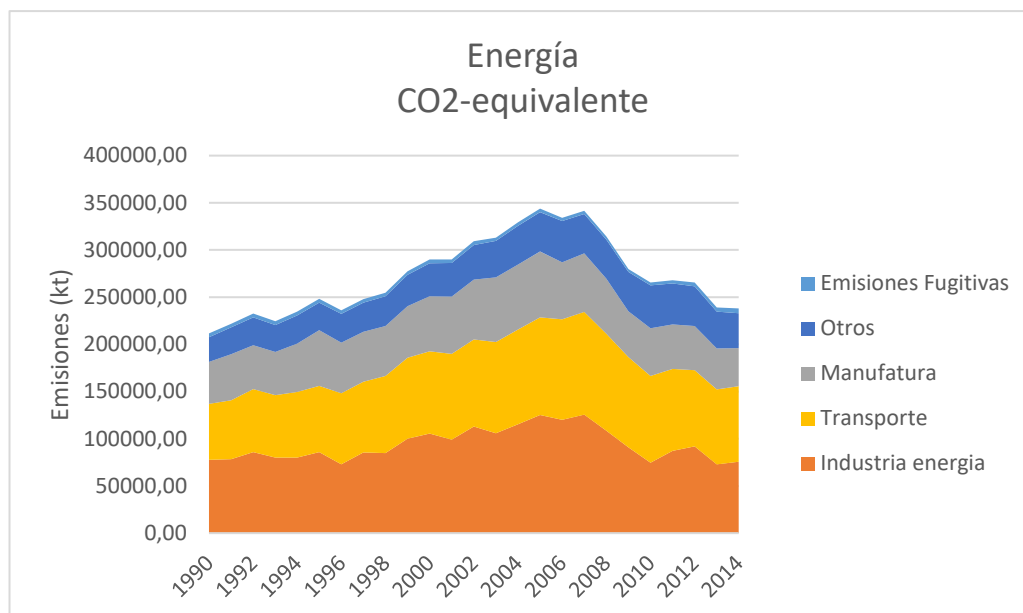


Gráfico 3.30. Emisiones acumuladas energía CO₂-equivalente

En la categoría de energía el sector que más emite es el de la industria energética, encargada de la producción de esta, principalmente electricidad. Este sector se ve seguido del transporte, la industria manufacturera y el resto de sectores.

Las emisiones fugitivas son realmente reducidas respecto al resto de emisiones de la categoría.

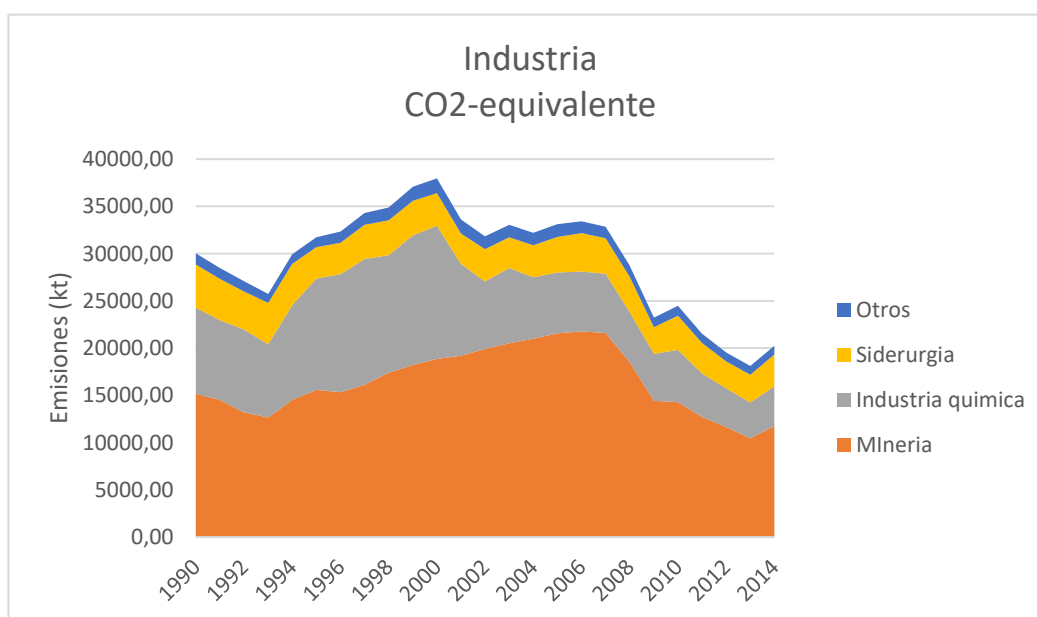


Gráfico 3.31. Emisiones acumuladas industria CO₂-equivalente

La categoría de la industria se caracteriza por un gran impacto de la industria minera durante todos los años, mientras que la industria química, que tenía un gran peso a inicios de la serie, ha bajado sus emisiones en los últimos años. La siderurgia se ha mantenido constante durante los veinticinco años de mediciones.

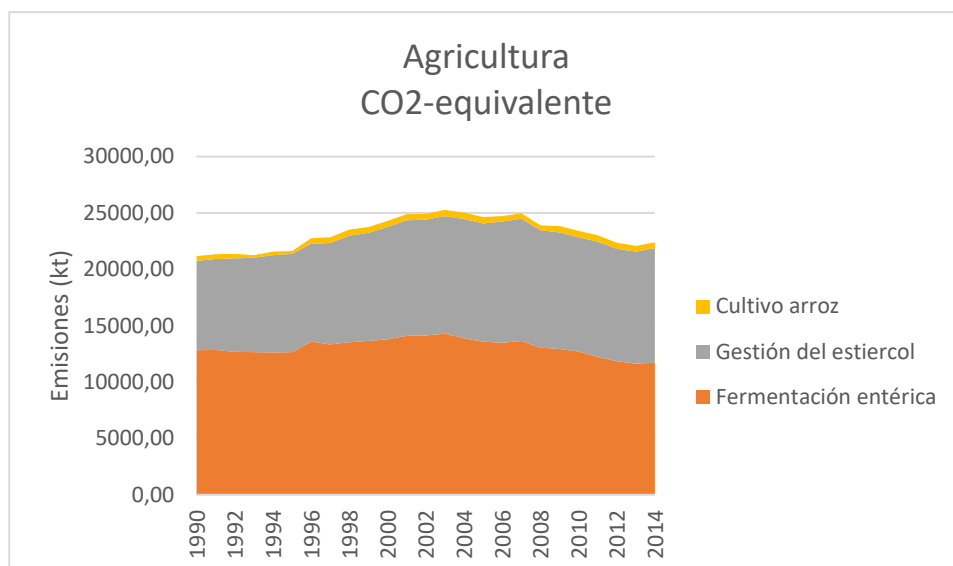


Gráfico 3.32. Emisiones acumuladas agricultura CO₂-equivalente

Tal y como se ha apuntado antes las emisiones en agricultura son principalmente en la ganadería, tanto en la fermentación entérica como en la gestión de los estiércoles. Casi todas estas emisiones equivalentes son generadas en gas metano.

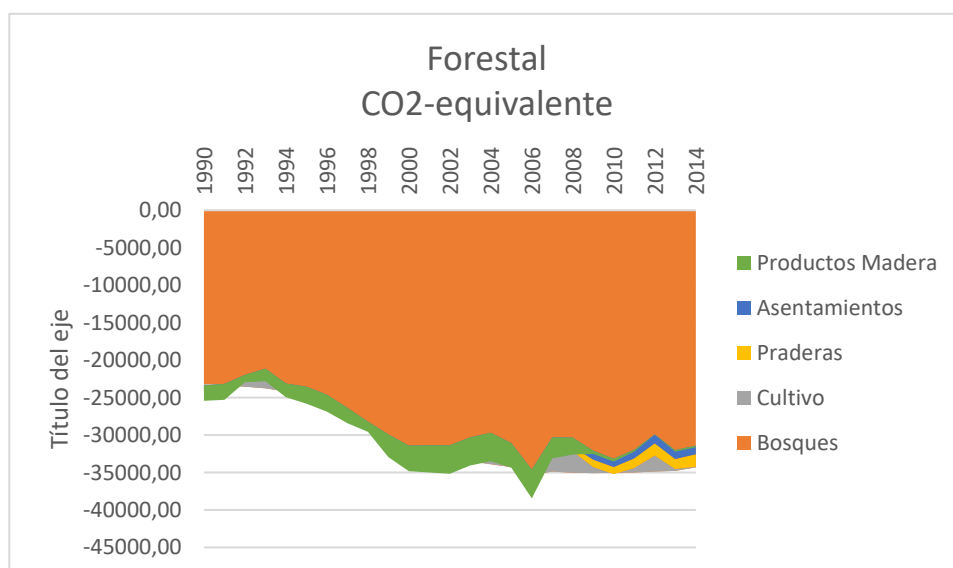


Gráfico 3.33. Emisiones acumuladas forestal CO₂-equivalente

Por parte de la categoría forestal las absorciones de emisiones equivalentes son en los bosques y en los productos madereros, mientras que el resto de sectores son emisores de gases de efecto invernadero.

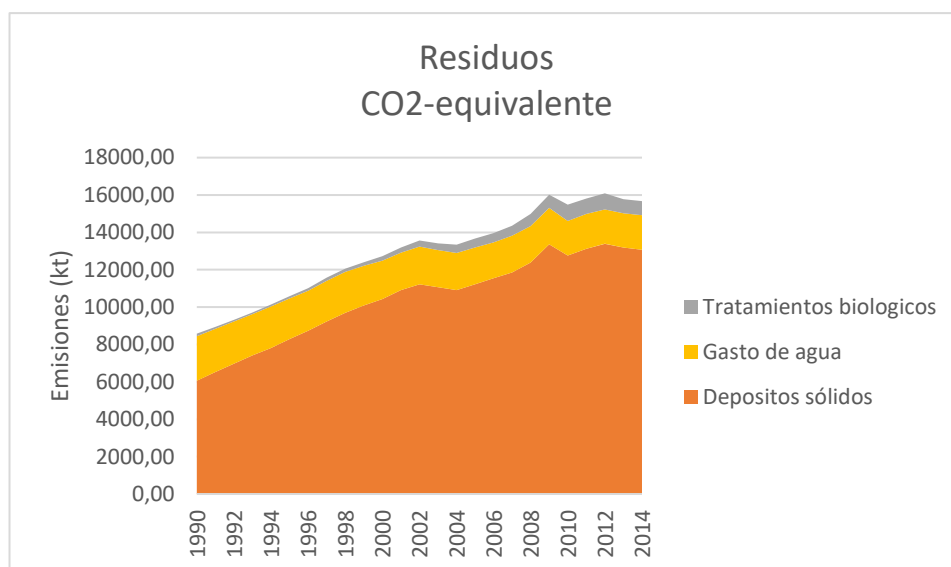


Gráfico 3.34. Emisiones acumuladas residuos CO₂-equivalente

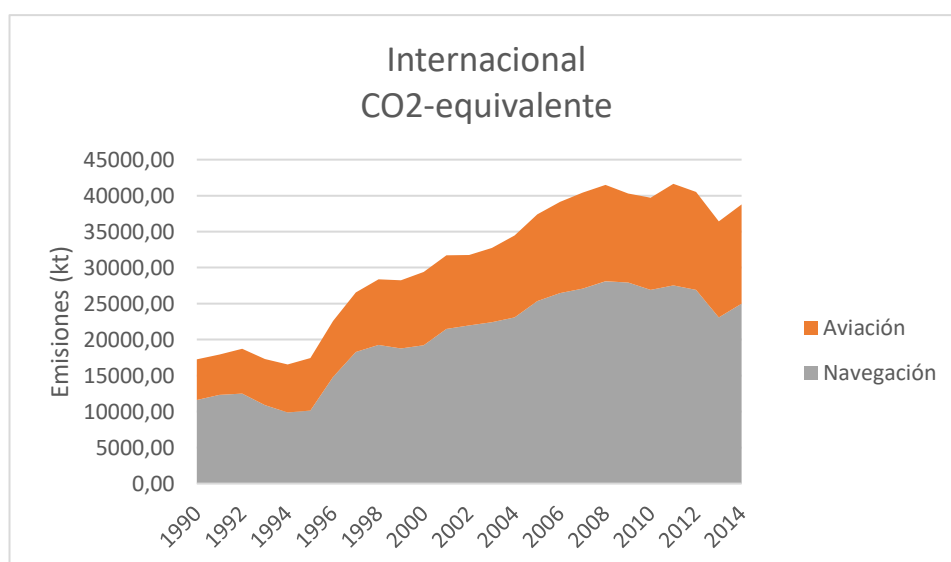


Gráfico 3.35. Emisiones acumuladas internacional CO₂-equivalente

Para las categorías de residuos e internacional se observa que los sectores más representativos son los depósitos sólidos y la navegación respectivamente.

3.2.2. Dióxido de carbono (CO₂)

Con las emisiones de dióxido de carbono se obtienen acumulaciones similares a las del dióxido de carbono equivalente, ya que este gas es el principal en cinco de las seis categorías estudiadas.

La excepción se encuentra en la categoría de agricultura, donde el gas predominante es el metano.

A continuación se muestran las series acumuladas, excepto la serie correspondiente a la categoría de residuos ya que su única actividad es la quema de residuos.

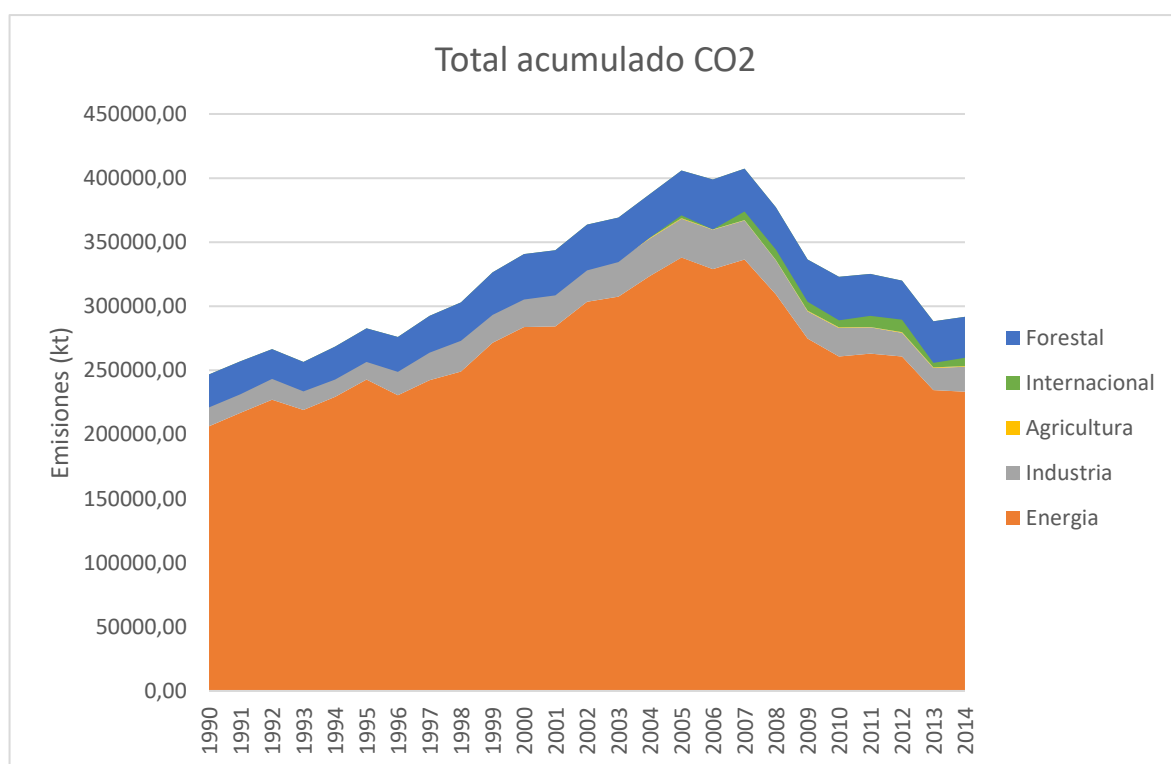
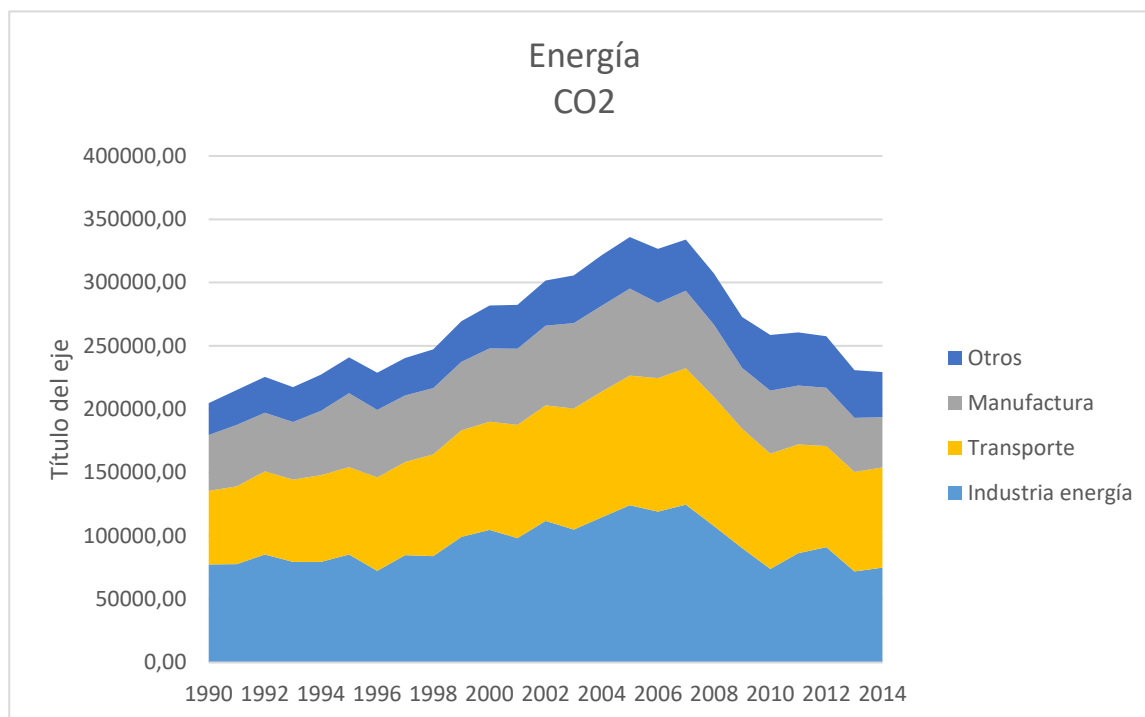
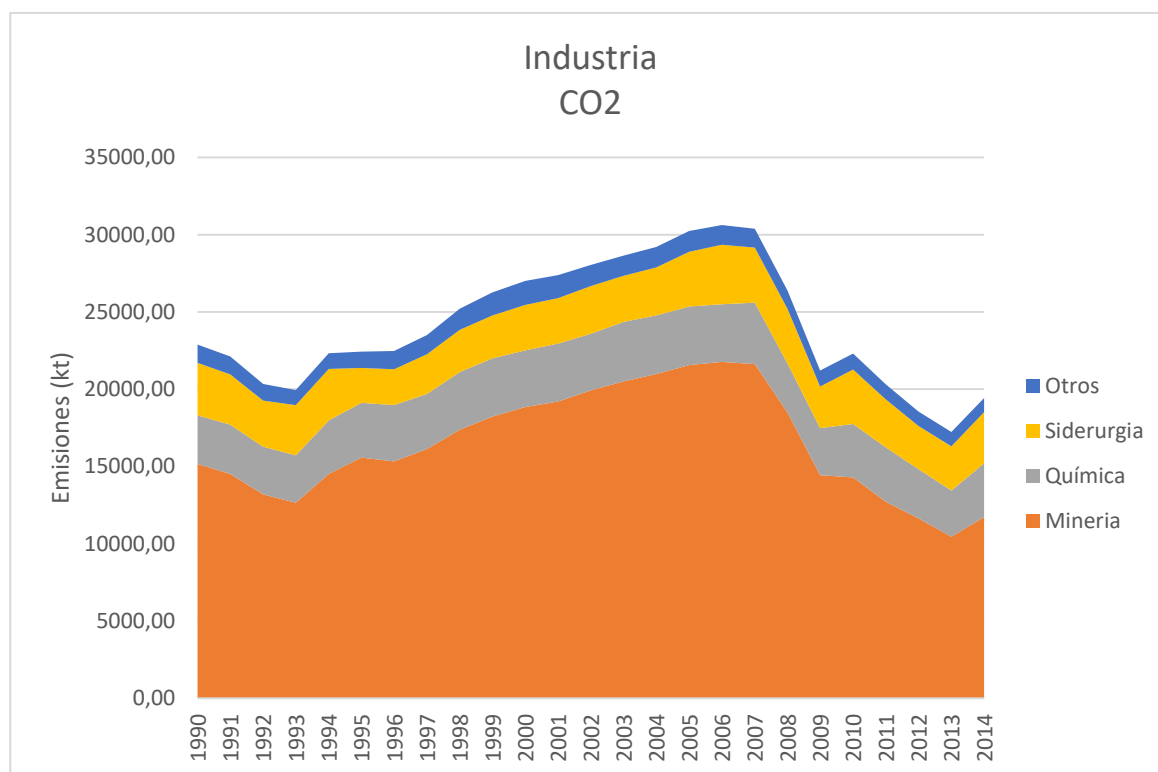


Gráfico 3.36. Emisiones acumuladas totales CO₂

Categorías

Gráfico 3.37. Emisiones acumuladas energía CO₂Gráfico 3.38. Emisiones acumuladas industria CO₂

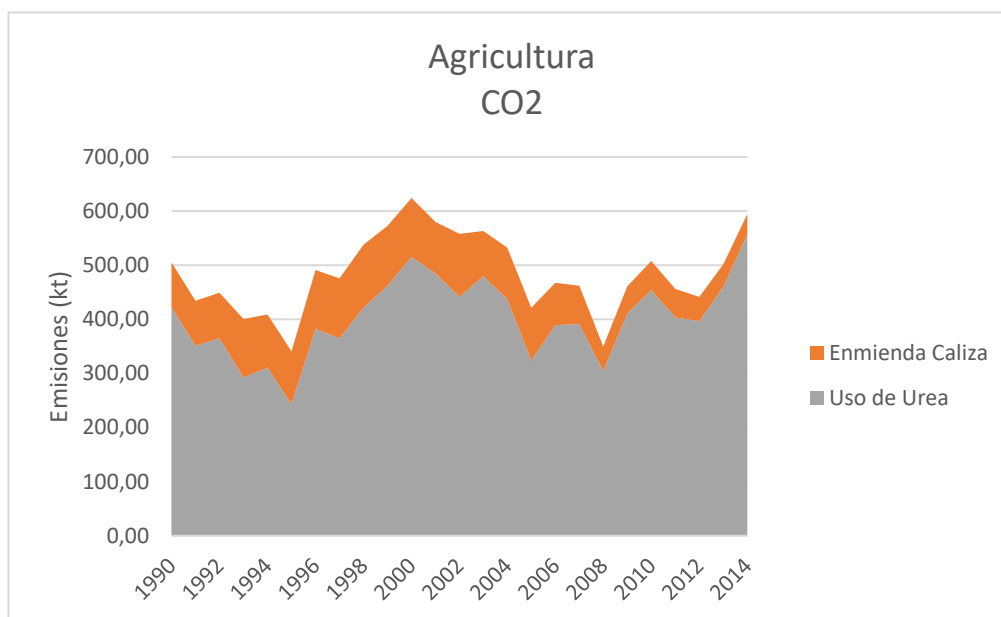


Gráfico 3.39. Emisiones acumuladas agricultura CO₂

Tal y como se ha remarcado previamente esta serie es la única que difiere con la equivalente, ya que no contempla el metano.

Entonces se ve que las emisiones de dióxido de carbono en la agricultura se deben principalmente al uso de la urea, mientras que la enmienda caliza tiene un peso de solo una quinta parte.

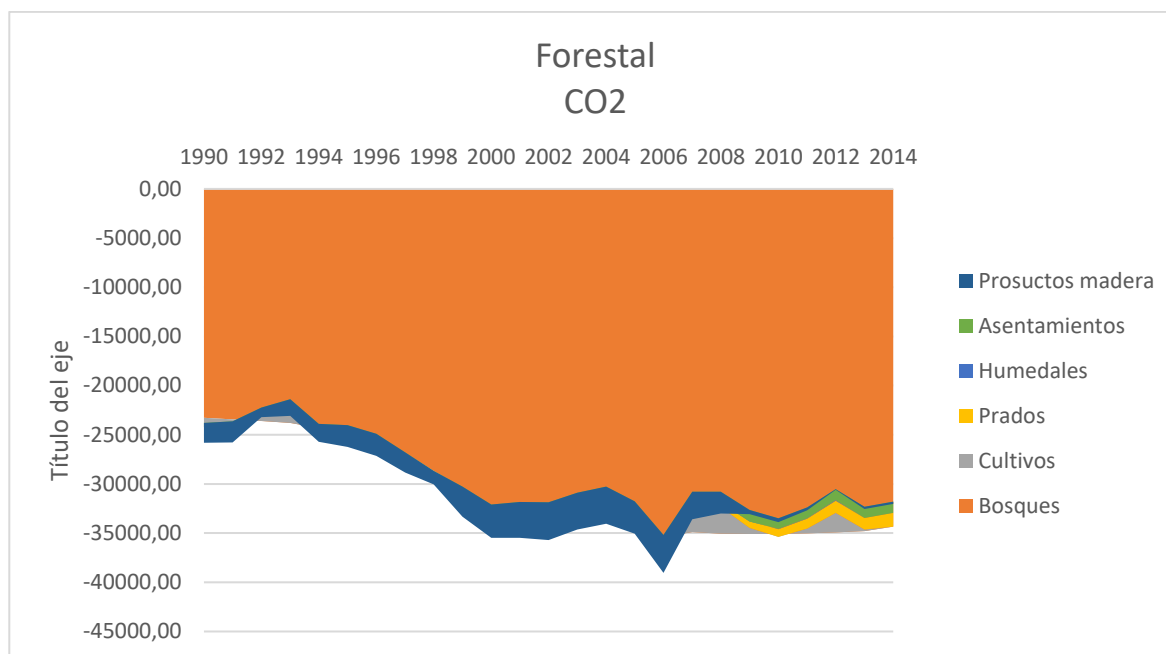


Gráfico 3.40. Emisiones acumuladas forestal CO₂

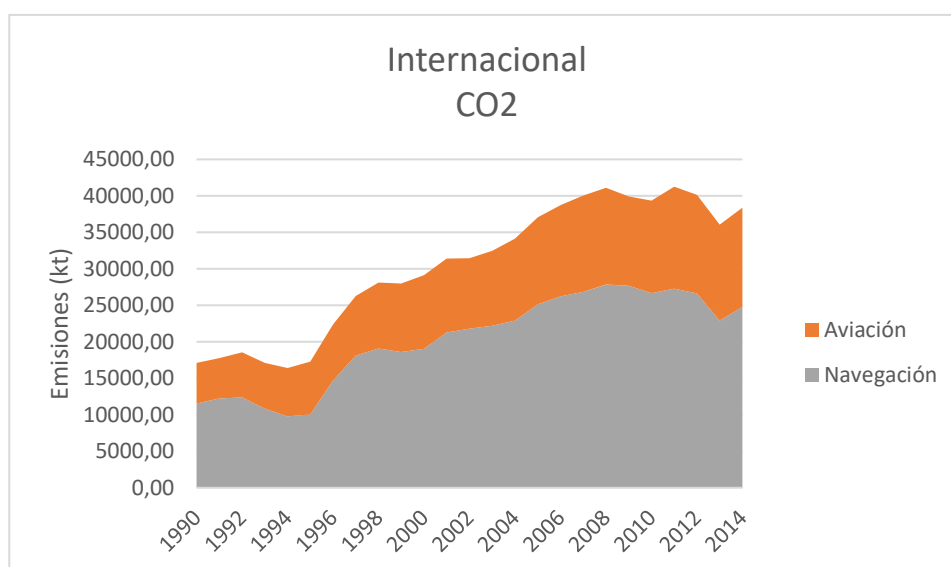


Gráfico 3.41. Emisiones acumuladas internacional CO₂

3.2.3. Metano (CH₄)

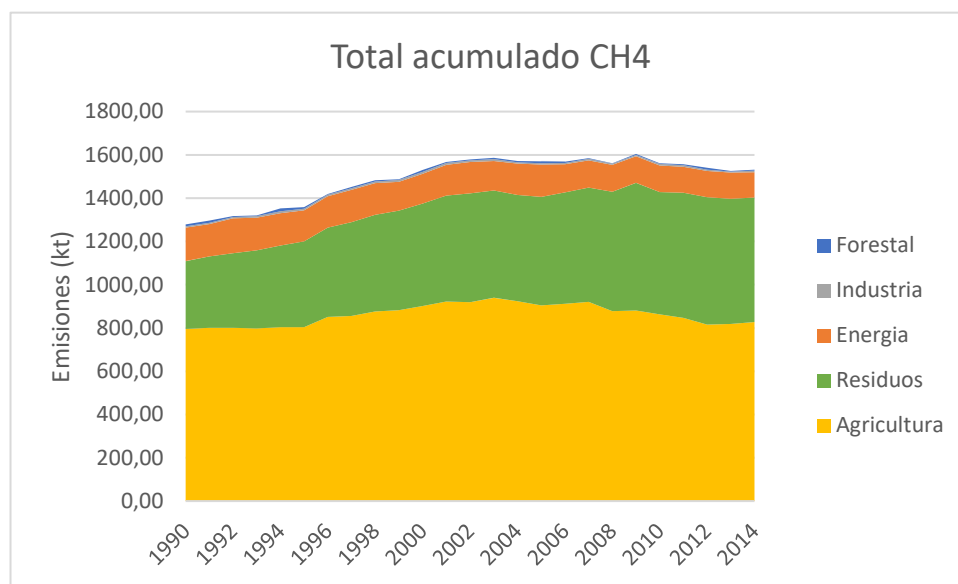


Gráfico 3.42. Emisiones acumuladas totales CH₄

Tal y como era de esperar la agricultura es la categoría más influyente en las emisiones de metano a nivel nacional, siendo esta categoría de media un 58.0% del total en los años de inventariado.

A esta le siguen los residuos y la energía, mientras que las categorías de industria y forestal tienen un impacto mínimo.

Categorías

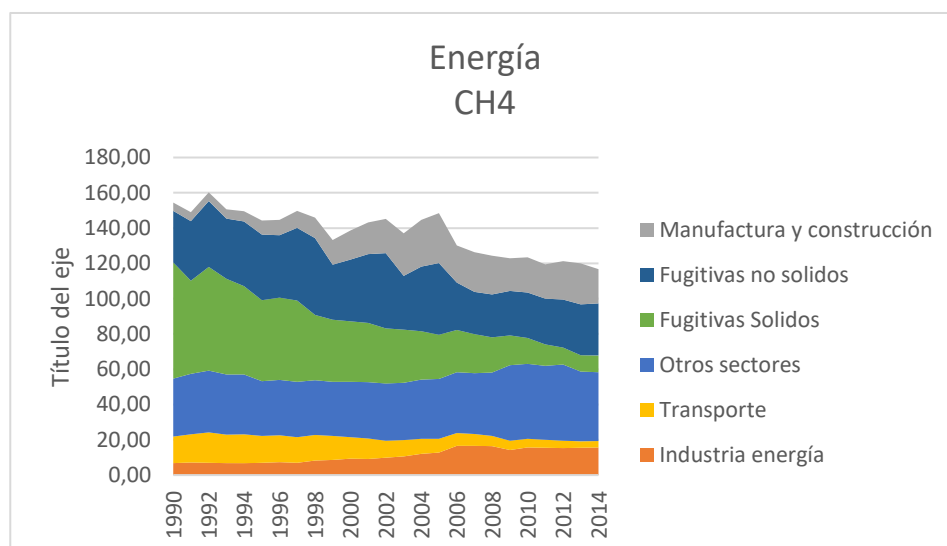


Gráfico 3.43. Emisiones acumuladas energía CH₄

Como se puede apreciar es complicado catalogar que sector es el que más metano emite en la categoría de la energía, ya que estas emisiones han variado considerablemente a lo largo de los años.

Se destaca la reducción de las emisiones fugitivas, especialmente las provenientes de combustibles sólidos a partir de 1993, que en el primero año correspondía al 42,7% de las emisiones totales de la categoría de energía y que en 2014 solo es del 8,2%. Por otro lado las emisiones fugitivas de los combustibles no sólidos se han mantenido más o menos constante.

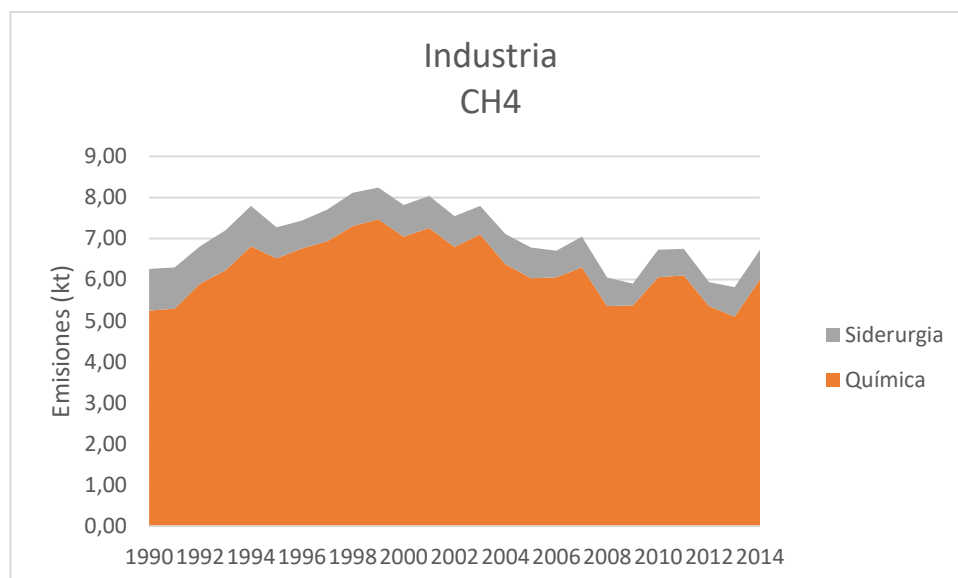


Gráfico 3.44. Emisiones acumuladas industria CH₄

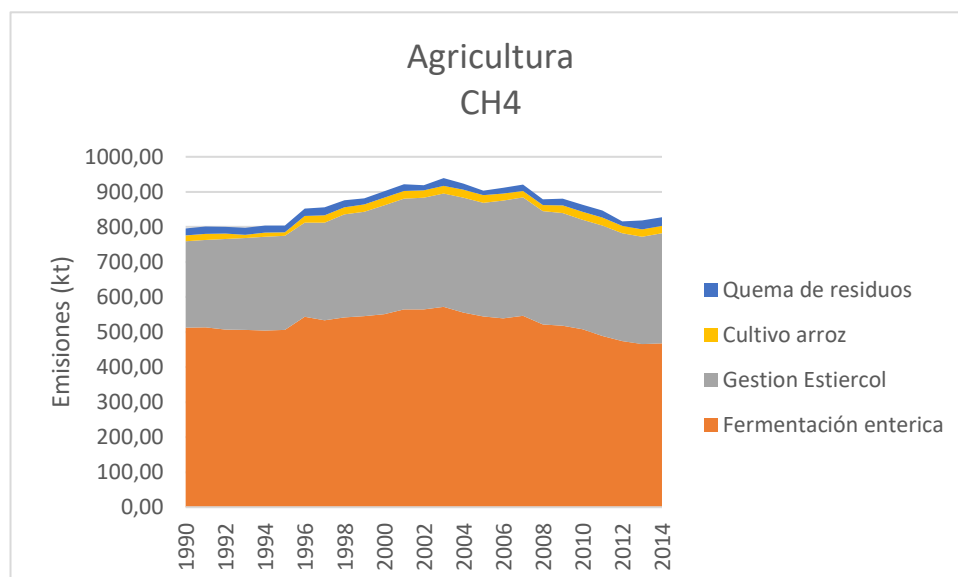


Gráfico 3.45. Emisiones acumuladas agricultura CH₄

Lo primero que podemos observar son los valores de emisiones de metano solo del sector de la fermentación entérica y la gestión de estiércoles. Este valor supera el 50% de las emisiones de metano cada año inventariado, lo que supone unos sectores clave para la reducción de este gas a largo plazo.

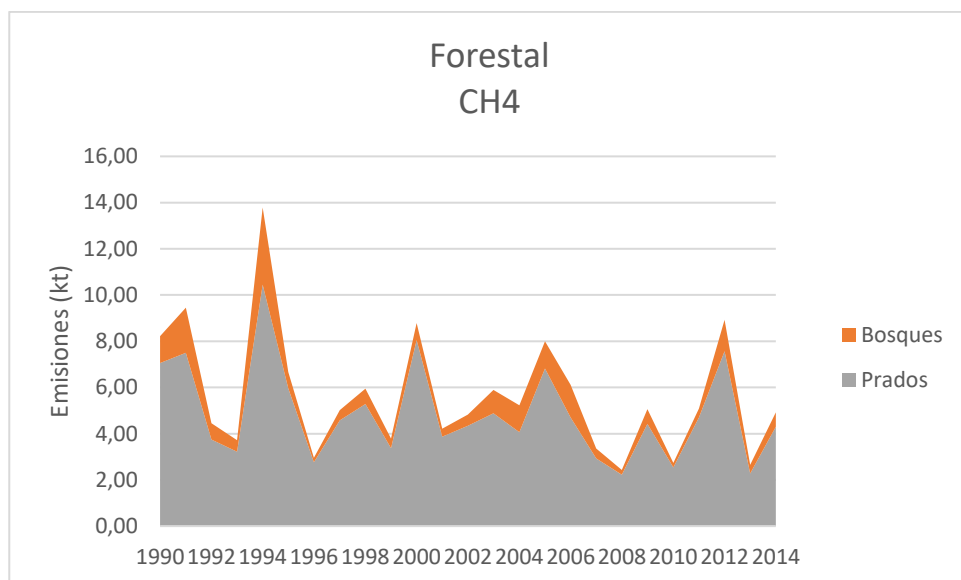


Gráfico 3.46. Emisiones acumuladas forestal CH₄

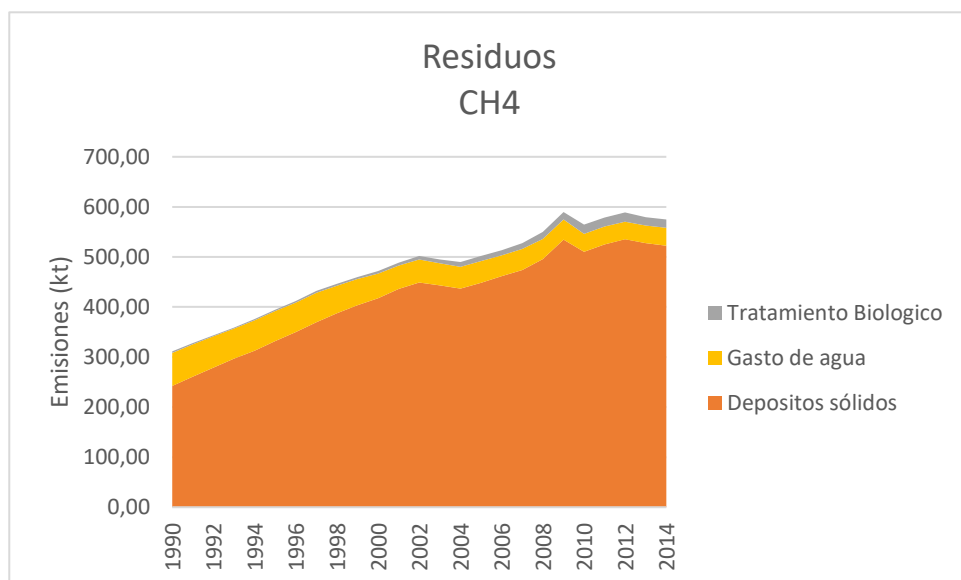


Gráfico 3.47. Emisiones acumuladas residuos CH₄

Por parte de los residuos solo destacar el gran peso de las emisiones de los depósitos sólidos, que crece del 80% al 90% en los años estudiados.

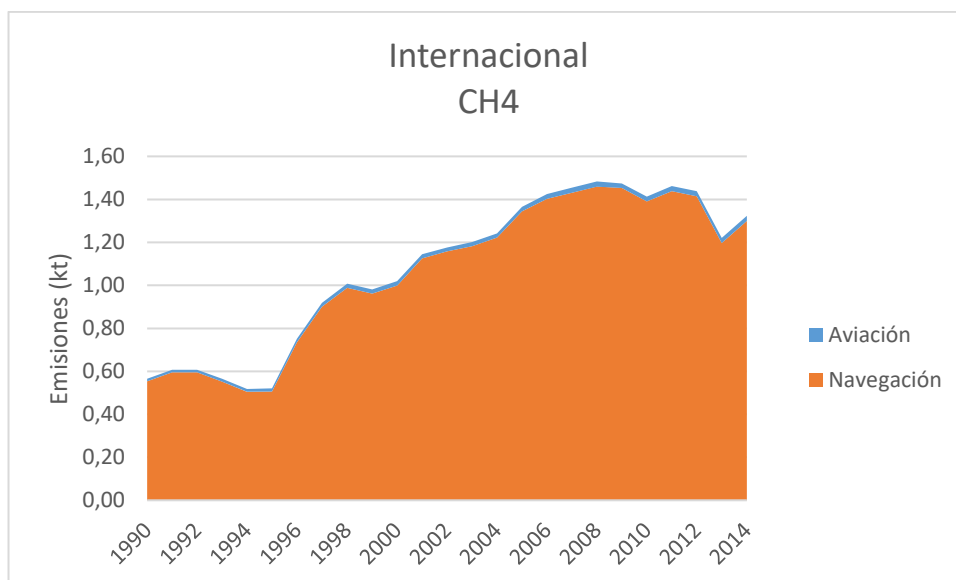


Gráfico 3.48. Emisiones acumuladas internacional CH₄

3.2.4. Dióxido de nitrógeno (N₂O)

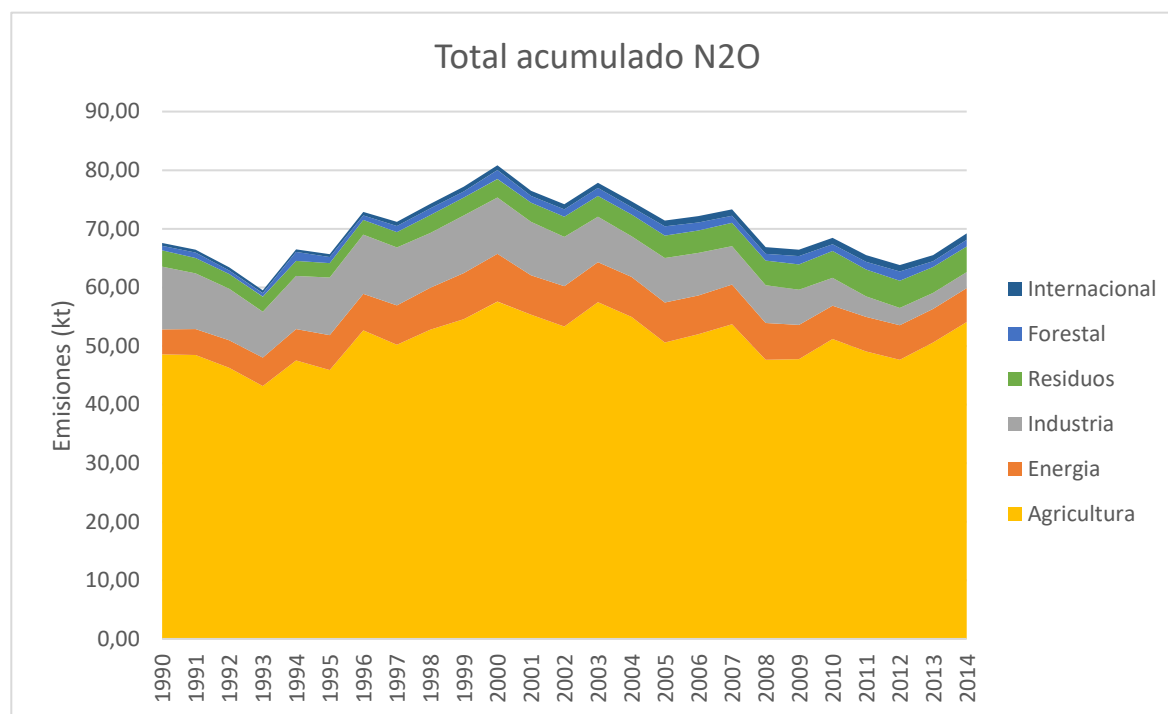


Gráfico 3.49. Emisiones acumuladas totales N₂O

Para este gas también vemos que la categoría más influyente es la agricultura, siendo de media un 73.6% de las emisiones totales del gas. La segunda categoría más emisora es la industria, seguida de la energía y los residuos.

Las categorías forestal e internacional tienen un papel minúsculo en la emisión de este gas.

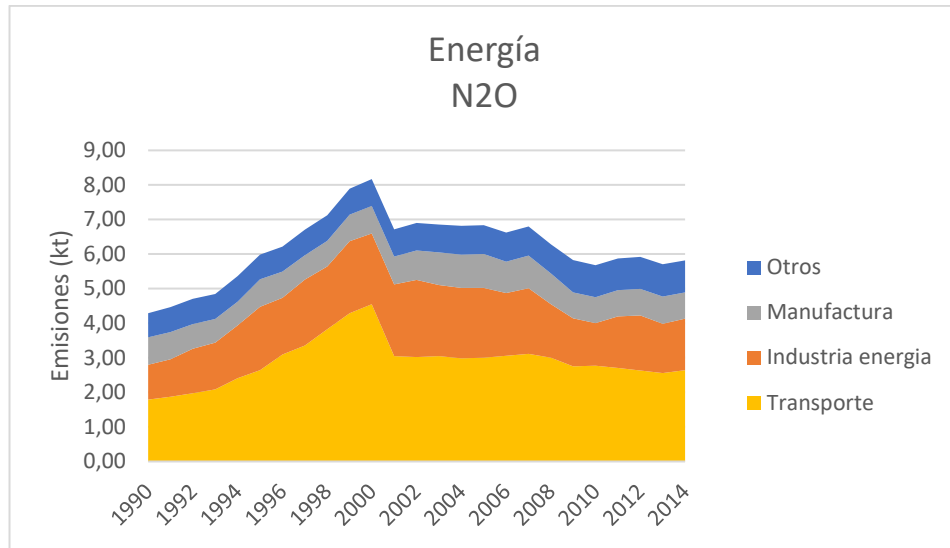


Gráfico 3.50. Emisiones acumuladas energía N₂O

En este gráfico podemos ver claramente que el transporte es el sector que más emite, en este caso a causa de la gran cantidad de vehículos movidos por diésel en el territorio. Este sector realiza entorno al 50% de las emisiones anuales.

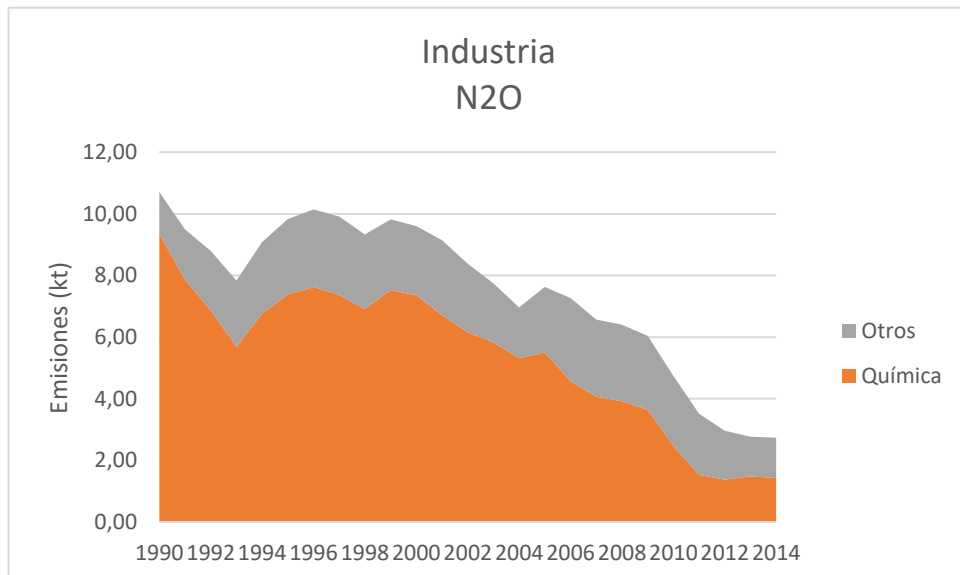


Gráfico 3.51. Emisiones acumuladas industria N₂O

En la emisión de dióxido de nitrógeno en la categoría de la industria se observa que el sector principal es la industria química, que como se comentó en el apartado de las emisiones anuales, ha reducido drásticamente sus emisiones en los últimos veinticinco años.

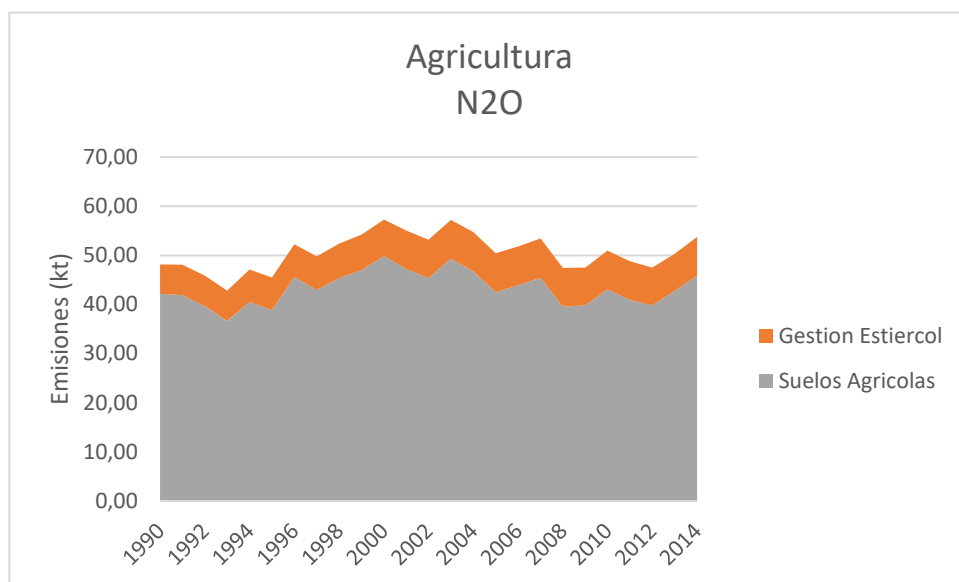


Gráfico 3.52. Emisiones acumuladas agricultura N₂O

Esta vuelve a ser la categoría más influyente en las emisiones de un gas, pero esta vez se debe a la agricultura propiamente dicha, no en la ganadería como pasaba con el metano. Los suelos agrícolas son la principal fuente de emisiones de dióxido de nitrógeno, no solo en la agricultura sino de todas las actividades emisoras de este gas. El porcentaje de emisiones de esta actividad es entorno al 63% de las emisiones de dióxido de nitrógeno totales año tras año, llegando a picos del 67,4%.

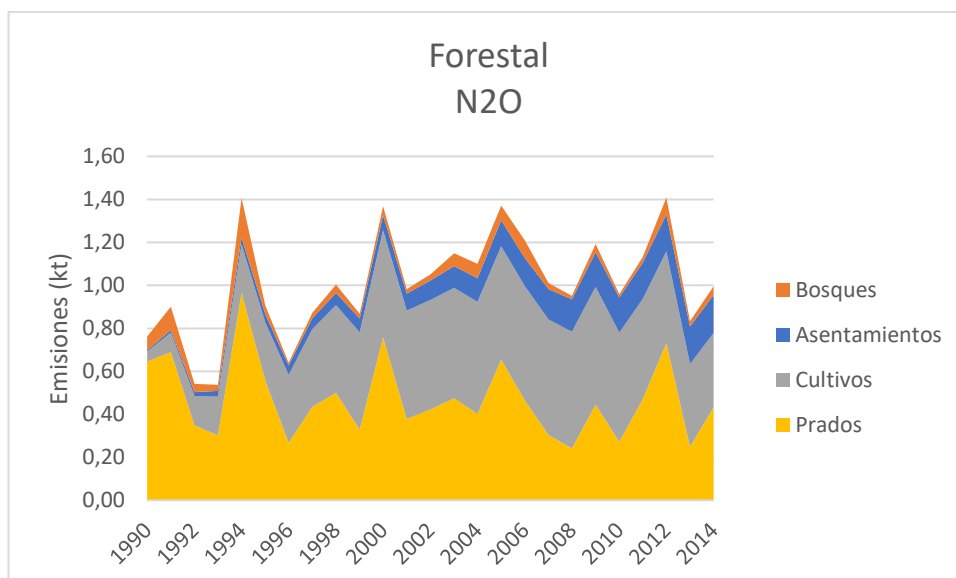


Gráfico 3.53. Emisiones acumuladas forestal N₂O

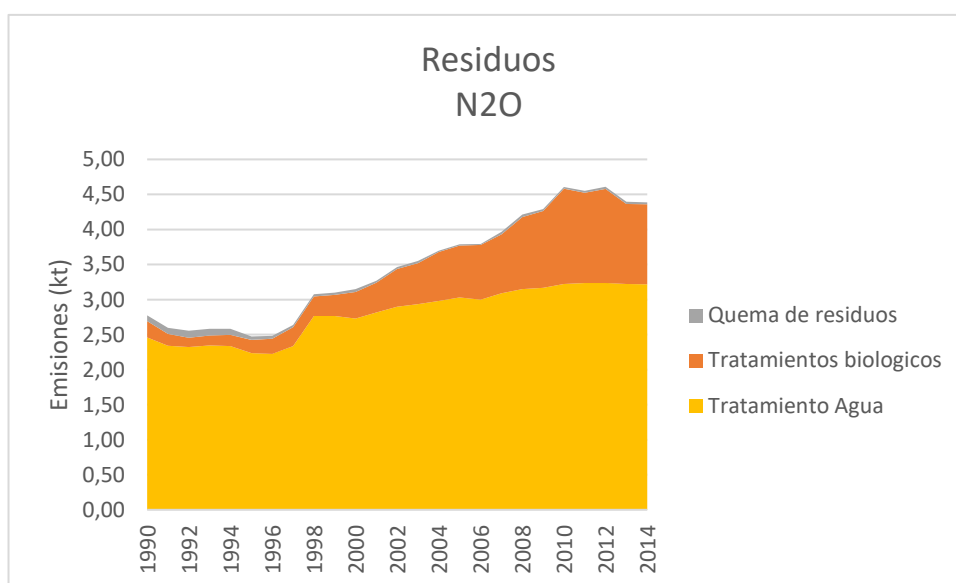


Gráfico 3.54. Emisiones acumuladas residuos N₂O

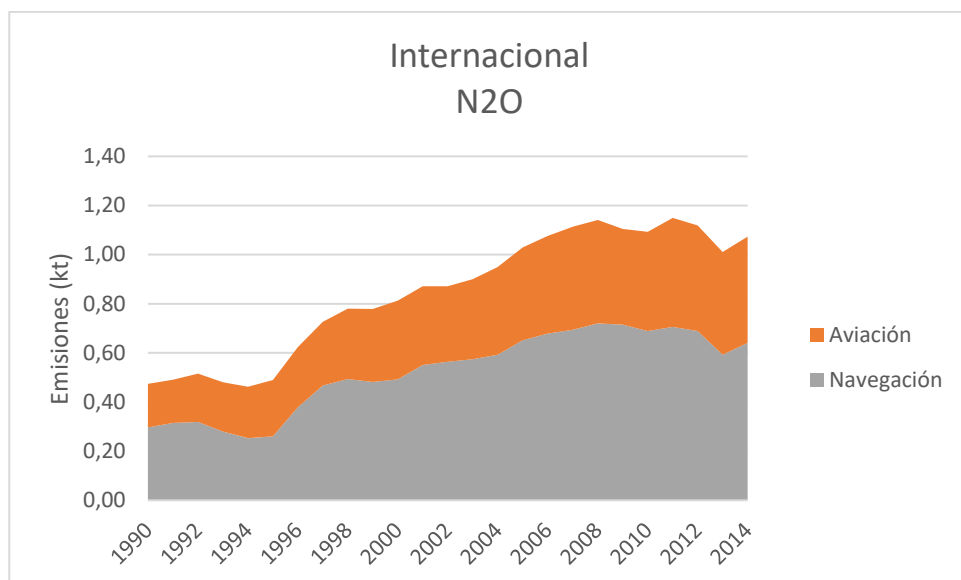


Gráfico 3.55. Emisiones acumuladas internacional N₂O

Con esto acaba el estudio acumulativo de las emisiones de los gases estudiados en los 25 años de inventario.

4. Análisis de las emisiones

En este capítulo se procederá a analizar las series buscando relaciones entre ellas, así como la evolución de estas relaciones.

4.1. Covarianzas por gas

En este primer apartado se ha hecho un cálculo de covarianzas y de desviaciones estándar, relacionándolas entre ellas.

Para ello se ha definido el gas estudiado y se ha comprobado la relación entre categorías. Un ejemplo sería la relación entre la categoría de energía e industria para el gas N_2O .

Cabe destacar que por el formato de esta opción la cantidad de permutaciones son altas, por lo que se ha realizado una tabla para resumir los resultados. A causa de esto mismo no se han realizado gráficas para mostrar punto a punto la evolución de la relación entre las series.

Para poder hacerlo se ha calculado la covarianza de cada relación y se ha relacionado con el producto de las desviaciones estándar de cada miembro de la relación.

De esta manera, si se quiere relacionar dos emisiones se debe calcular la covarianza, tal y como se muestra a continuación,

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Donde,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (\text{Eq. 4.2})$$

X e Y son los valores de las emisiones de cada uno de los años.

Como se ha mencionado previamente se relacionara el valor de la covarianza con la desviación estándar de cada elemento a relacionar, la cual se calcula:

$$S_x = S_x^2 \quad (\text{Eq. 4.3})$$

Por lo que se requiere un paso previo, que es el de calcular el valor de la varianza de cada uno de los elementos relacionados, la cual se obtiene de,

$$S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, S_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{Eq. 4.4})$$

Por ultimo solo falta relacionar los valores de la covarianza con las desviaciones estándar,

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad (\text{Eq. 4.5})$$

El valor de la relación se encontrara en el rango entre -1 y 1. Si el valor de una relación es cercano a esos valores significa que hay dependencia entre las emisiones estudiadas, mientras que si el valor es cercano a 0 quiere decir que las dos señales son independientes.

Para poder estimar estas dependencias se ha elegido unos valores mínimos donde estimarlas, siendo ± 0.75 el valor de dependencia, y ± 0.35 el de independencia.

En los casos donde la relación no se encuentra dentro de estos rangos no podemos garantizar ni dependencia ni independencia.

Una vez parametrizadas las operaciones podemos ver los resultados y sacar conclusiones de lo observado.

A continuación se ajuntan las tablas realizadas, para luego analizarlas.

4.1.1. Dióxido de carbono equivalente (CO₂-equivalente)

CO ₂ -EQUIVALENTE	ENERGIA	INDUSTRIA	AGRICULTURA	FORESTAL	RESIDUOS	INTERNACIONAL
ENERGIA		0,837521775	0,730116755	-0,810047059	0,100171616	0,653106739
INDUSTRIA			0,736520459	-0,91978875	0,153279859	0,866695631
AGRICULTURA				-0,816621864	0,075468989	0,482492731
FORESTAL					-0,144892302	-0,800585377
RESIDUOS						0,191180374
INTERNACIONAL						

Tabla 4.1. Correlaciones CO₂-equivalente

De este primer “gas” se puede destacar la dependencia de las emisiones de la categoría forestal con todas las demás, excluyendo a la de los residuos, pero siempre con dependencia inversa, ya que las emisiones de dióxido de carbono equivalente de la categoría forestal son negativas, es decir, son absorciones.

El otro punto a remarcar es la completa independencia de las emisiones de la categoría de los residuos con todas las demás. Viendo las señales anuales de las emisiones se observa que las de esta categoría han crecido año tras año mientras que el resto han sufrido caídas en algunas épocas o simplemente tienen picos y fluctuaciones.

Con esto se muestra que esta categoría no se ve realmente afectada por incidencias de tipo económicas y que los residuos generados en el territorio, y sus emisiones, son más bien fruto del crecimiento demográfico y el estilo de vida de los habitantes.

4.1.2. Dióxido de carbono (CO₂)

CO ₂	ENERGIA	INDUSTRIA	AGRICULTURA	FORESTAL	RESIDUOS	INTERNACIONAL
ENERGIA		0,829588618	0,11394005	-0,813433574	-0,211636672	0,658438833
INDUSTRIA			0,224278565	-0,609182498	-0,151205826	0,223738241
AGRICULTURA				-0,467246236	-0,132029991	0,178687287
FORESTAL					0,254388669	-0,799048866
RESIDUOS						-0,214037347
INTERNACIONAL						

Tabla 4.2. Correlaciones CO₂

Para las emisiones de dióxido de carbono solo se observa dependencia en aquellas categorías que más emiten este gas. Es el caso de la relación entre energía e industria.

Estas dos categorías han tenido evoluciones similares a lo largo de los años y a su vez son categorías que van ligadas a la economía del país. Cuando la economía frena o decrece la industria es de los primeros sectores económicos que se resiente, y al hacerlo baja la demanda energética para alimentar a las industrias. Este es uno de los motivos por los que esta relación es efectiva.

Por otro lado vemos la total independencia de las categorías de la agricultura, los residuos e internacional con todas las demás.

Por parte de la agricultura se debe a lo altamente irregulares que han sido las emisiones a lo largo de los años estudiados.

En el caso de los residuos, a recordar que los datos de emisiones de esta categoría finalizan en 2006), el cese de la quema de estos ha provocado un descenso de las emisiones hacia cero, algo que va totalmente a contracorriente con el resto de emisiones de este gas.

Por último, las emisiones de tráfico internacional sí que han subido año tras año de manera similar a las categorías de energía o industria, pero no ha caído como estas dos en los últimos años de la crisis de 2008. Mientras a partir de 2008 las emisiones de energía e industria caían en drásticamente, las correspondientes al tráfico internacional seguían subiendo.

4.1.3. Metano (CH₄)

CH ₄	ENERGIA	INDUSTRIA	AGRICULTURA	FORESTAL	RESIDUOS	INTERNACIONAL
ENERGIA		0,425759162	-0,178488759	0,335302767	-0,177240095	-0,78314001
INDUSTRIA			0,366451384	0,071952836	-0,062547265	-0,31477187
AGRICULTURA				-0,269395412	0,090951592	0,611380968
FORESTAL					-0,072597823	-0,365077881
RESIDUOS						0,187451995
INTERNACIONAL						

Tabla 4.3. Correlaciones CH₄

Con el metano solo se puede decretar total independencia entre categorías, hecho que se puede reafirmar viendo las señales plasmadas en el apartado 4.1.3., donde vemos que únicamente las señales de energía e industria se asemejan.

Solo aparece dependencia entre las señales de energía e internacional, pero por las diferencias de las fuentes de emisiones de estas no se puede dar un motivo claro de esta dependencia.

4.1.4. Dióxido de nitrógeno (N₂O)

N ₂ O	ENERGIA	INDUSTRIA	AGRICULTURA	FORESTAL	RESIDUOS	INTERNACIONAL
ENERGIA		0,112609947	0,742597735	0,515290836	0,030483856	0,406676499
INDUSTRIA			0,056393275	-0,330816288	-0,178196146	-0,747150404
AGRICULTURA				0,370009642	0,035254438	0,346946776
FORESTAL					0,108222482	0,606901868
RESIDUOS						0,187487019
INTERNACIONAL						

Tabla 4.4. Correlaciones N₂O

Para el último gas nos encontramos con algo similar al metano, una total independencia entre las categorías, incluso entre energía e industria.

4.2. Proceso autorregresivo

En este último apartado se estudiarán los valores de autocorrelación de las emisiones de cada categoría con desplazamientos temporales de las series.

Para ello se han separado las series de datos de cada categoría en documentos independientes. Una vez organizados se ha procedido a un cálculo de covarianzas como en el apartado anterior.

En este caso se relacionarán las series con ellas mismas, pero con desplazamientos temporales de estas, de manera que a cada uno de los desplazamientos la cantidad de datos estudiados es menor.

De esta manera el primer desplazamiento estudiará la covarianza de la serie original entre los años 1991-2014 y de la desplazada entre los años 1990-2013.

Se han realizado un total de 20 desplazamientos para hacer el estudio, y la relación de los años comparados sigue el siguiente patrón.

DESPLAZAMIENTOS	ORIGINAL	DESPLAZADA
1	1991-2014	1990-2013
2	1992-2014	1990-2012
3	1993-2014	1990-2011
4	1994-2014	1990-2010
5	1995-2014	1990-2009
...		
20	2010-2014	1990-1994

Tabla 4.5. Patrón de las relaciones estudiadas

De esta forma se inicia con una relación de veinticuatro años y se finaliza con una de solo cinco. Con esto se busca a partir de cuantos años se pierde dependencia, o se mantiene, en las emisiones de los gases para cada una de las categorías.

4.2.1. Dióxido de carbono equivalente (CO₂-equivalente)

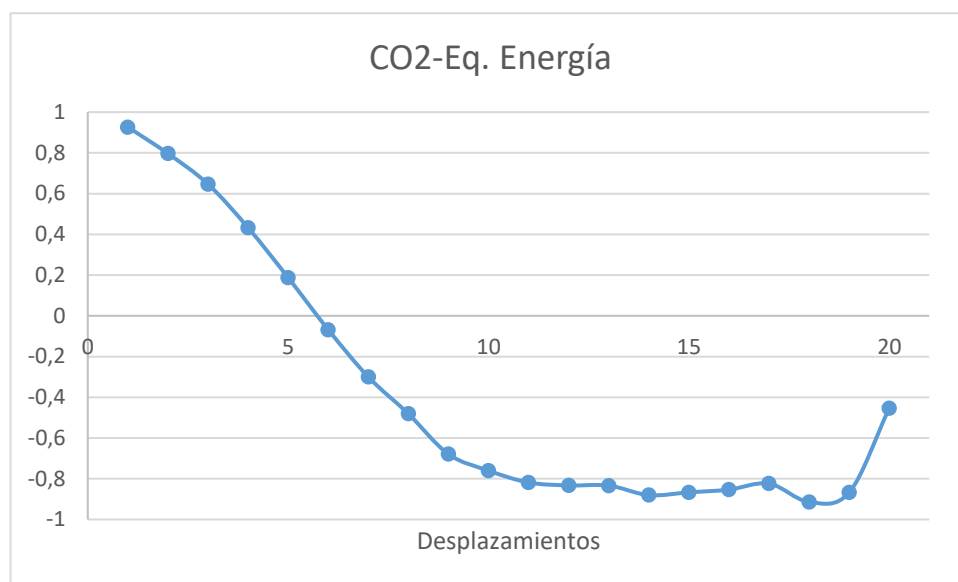


Gráfico 4.1. A.R. CO₂-equivalente energía

En este primer gráfico autorregresivo se ve la caída en la relación durante los primeros seis desplazamientos hasta rebajar el cero.

Una vez los valores llegan al mínimo en el desplazamiento dieciocho aparece una pequeña subida.

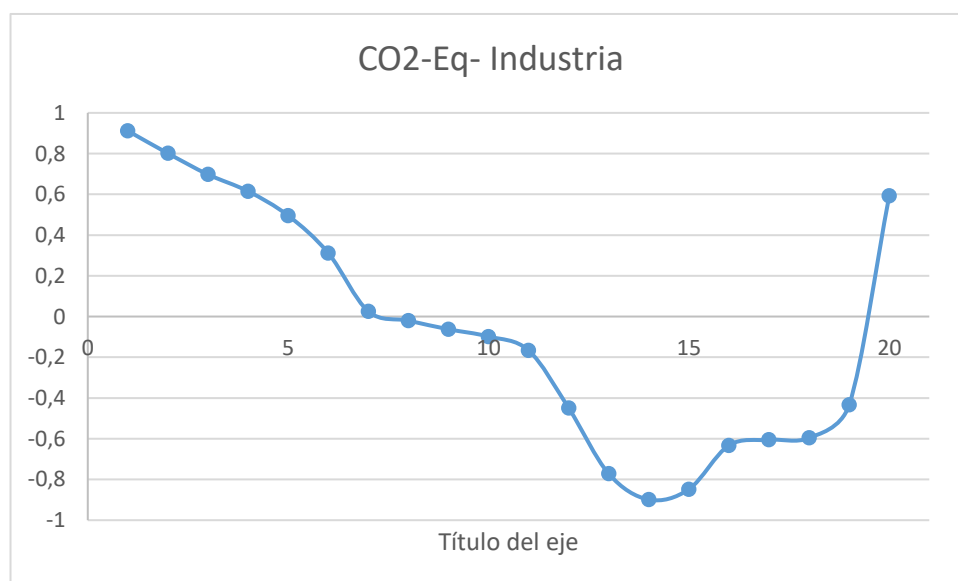


Gráfico 4.2. A.R. CO₂-equivalente industria

Para la industria encontramos un modelo similar al encontrado en la categoría de la energía, descenso hasta el sexto desplazamiento, se mantiene en los desplazamientos siete y ocho, y bajada hasta el desplazamiento diecinueve, para que en el vigésimo aparezca una subida súbita del valor de autorelación.

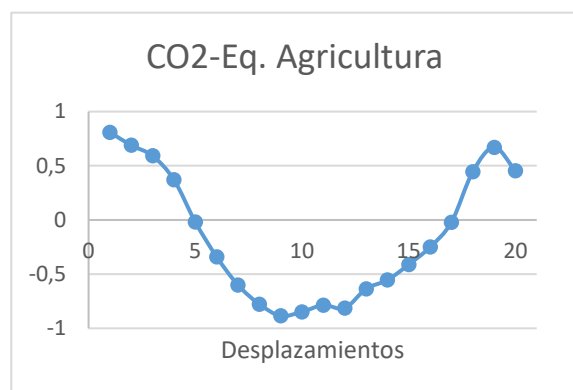


Gráfico 4.4. A.R. CO₂-equivalente agricultura

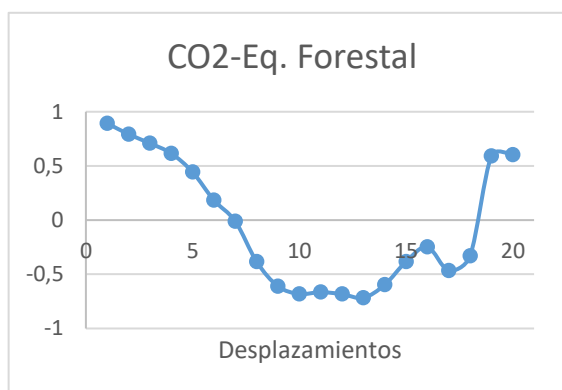


Gráfico 4.5. A.R. CO₂-equivalente forestal

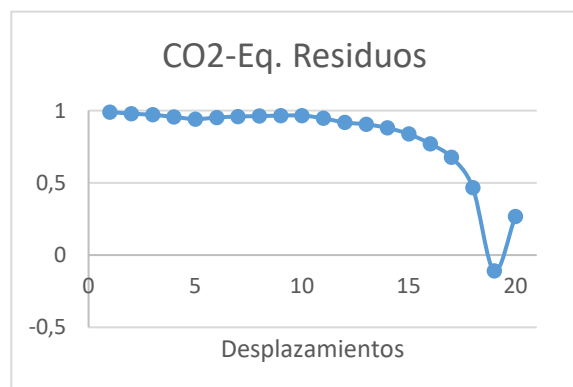


Gráfico 4.6. A.R. CO₂-equivalente residuos

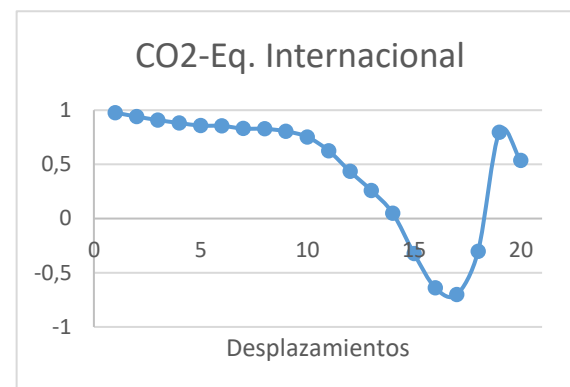


Gráfico 4.7. A.R. CO₂-equivalente internacional

Para el proceso autorregresivo de la agricultura se observa un comportamiento más acentuado que en los casos previos, incluso con un ascenso de los valores en desplazamientos previos a los de las categorías anteriores. Este sería el primer caso que se podría llegar a categorizarse como un proceso autorregresivo estacionario, ya que parece iniciar un ciclo o patrón ondulado con disminución gradual al iniciarse un descenso de los valores de autorrelación en los últimos desplazamientos. En este caso se necesitaría seguir estudiando la señal u obtener datos previos al 1990 para asegurar este comportamiento.

En los resultados de las categorías de residuos e internacional se aprecia la linealidad que ha tenido la señal de las emisiones, al tener una autorrelación muy alta durante bastantes desplazamientos. Igual que ha sucedido en gran todas las series de este gas, los valores de autorrelación se elevan por encima de cero en los últimos desplazamientos de la serie.

4.2.2. Dióxido de carbono (CO₂)

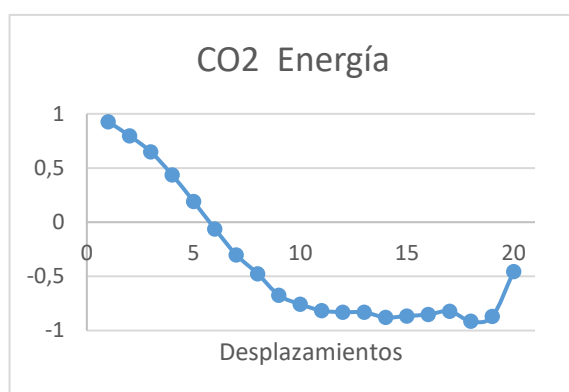


Gráfico 4.8. A.R. CO₂ energía

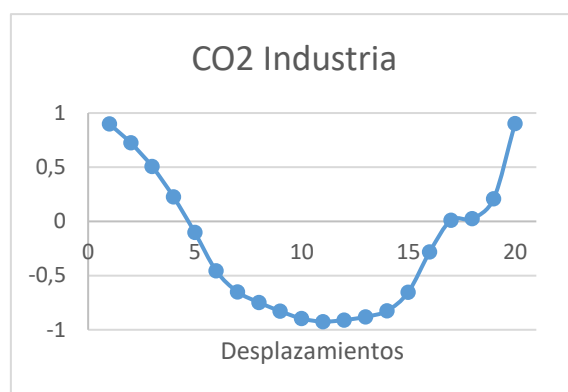


Gráfico 4.9. A.R. CO₂ industria

En las categorías de energía e industria el comportamiento es prácticamente igual que en los casos del dióxido de carbono equivalente. Esto en gran parte, como se ha observado en apartados anteriores, a la gran implicación del dióxido de carbono en el cálculo de las emisiones equivalentes para estas dos categorías.

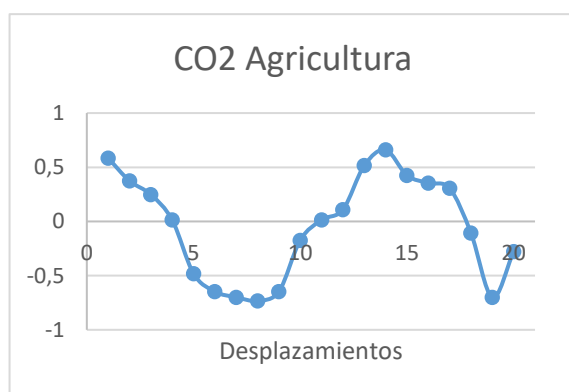


Gráfico 4.10. A.R. CO₂ agricultura

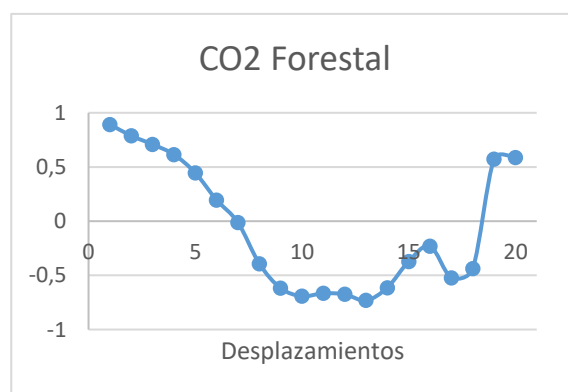


Gráfico 4.11. A.R. CO₂-equivalente forestal

Como en las emisiones equivalentes se observa la evolución cíclica de las autorrelaciones de las emisiones de la agricultura. Después de observar esta grafica se podría esperar una curva con tendencias más cíclicas en el caso de las emisiones equivalentes, pero como se observara más adelante, la autorrelación en el metano no sigue este patrón y como el metano es el gas más influyente de esta categoría afecta drásticamente a las autorrelaciones de las emisiones equivalentes.

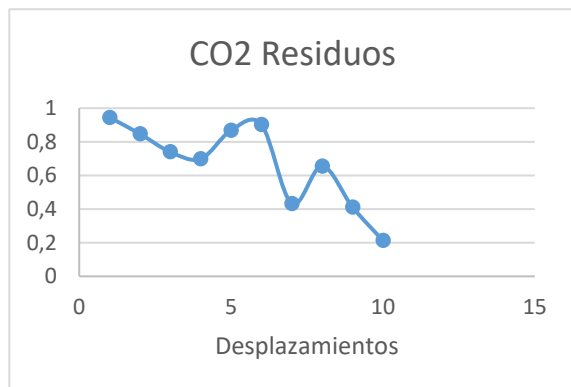


Gráfico 4.12. A.R. CO₂ residuos

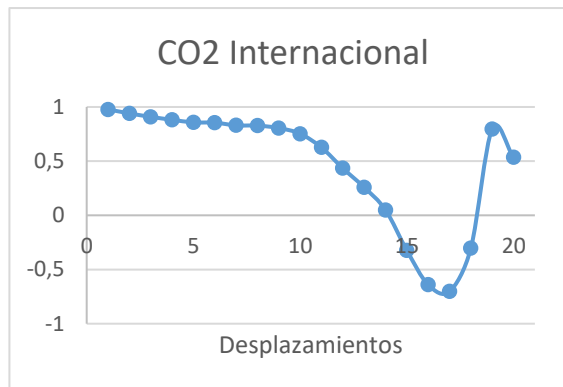


Gráfico 4.13. A.R. CO₂ internacional

Como se ha dicho a lo largo del estudio las emisiones de dióxido de carbono de la categoría de residuos se corta en el año 2006, así que no se pueden sacar conclusiones de las autorregresiones para esta categoría.

Para las emisiones de tráfico internacional se observa la linealidad mostrada en el apartado anterior.

4.2.3. Metano (CH₄)

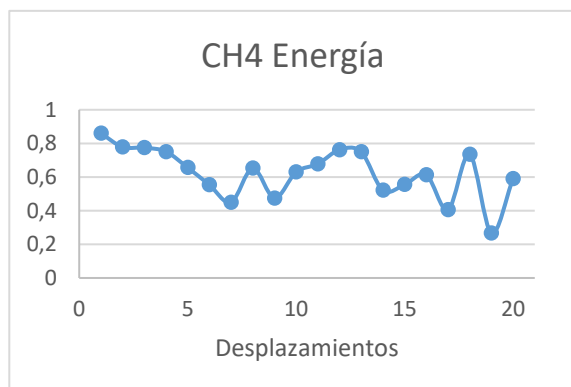


Gráfico 4.14. A.R. CH₄ energía

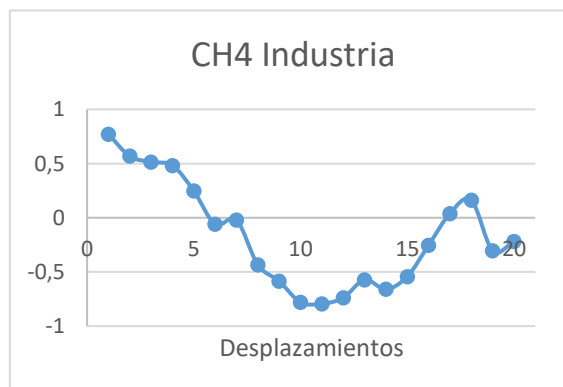


Gráfico 4.15. A.R. CH₄ industria

Este es el único caso estudiado donde la señal autorregresiva de la categoría de energía no rebasa el cero para llegar a valores negativos y, además, se genera una fluctuación en los desplazamientos finales. Con esto podemos apreciar la baja dependencia de los valores iniciales de la serie con los finales, no por obtención de valores bajos, sino por la inestabilidad de la señal de autorrelación cuando se avanza al final de los desplazamientos.

En cambio la categoría de industria sigue similar a los gases estudiados previamente.

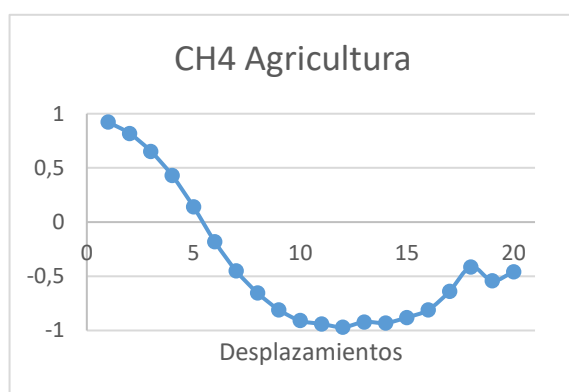


Gráfico 4.16. A.R. CH₄ agricultura

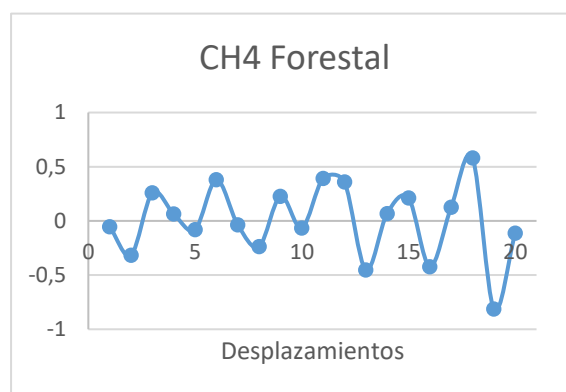
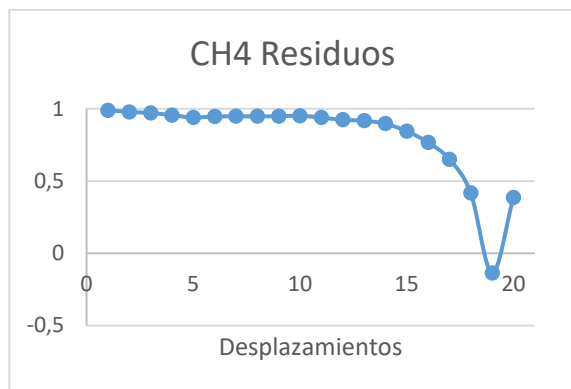
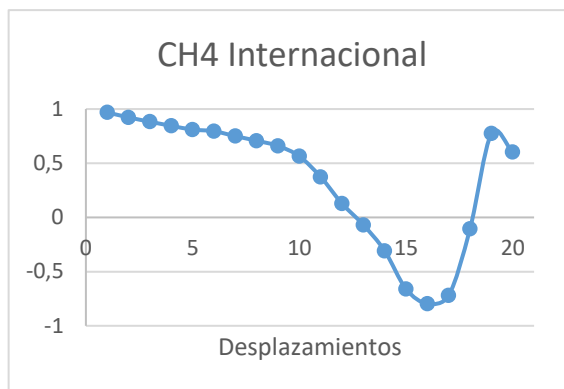


Gráfico 4.17. A.R. CH₄ forestal

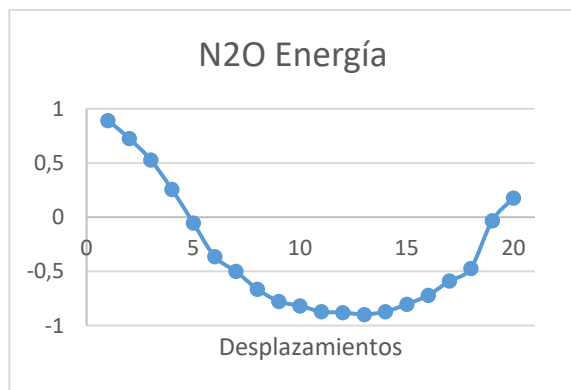
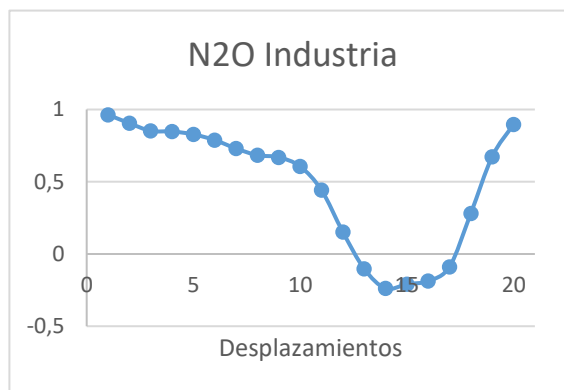
Tal y como se ha mencionado en el apartado anterior la señal de agricultura pierde el patrón ondulado que aparece en el estudio de emisiones equivalentes y en del dióxido de carbono. Observando la señal de emisiones mostrada en el apartado 4.1.3 se puede reafirmar la pérdida de esa característica al ser esta no lineal ni estacionaria.

En el caso de la serie forestal se obtiene un resultado totalmente opuesto al esperado al aplicar un modelo autorregresivo al encontrar una señal que no tiende a cero, sino que aumenta su amplitud tras cada ciclo de desplazamientos. Esto es causado a la alta irregularidad de la serie original.

Gráfico 4.18. A.R. CH₄ residuosGráfico 4.19. A.R. CH₄ internacional

Por el contrario las señales de las categorías residuos e internacional siguen las formas que tienen en los apartados anteriores.

4.2.4. Dióxido de nitrógeno (N₂O)

Gráfico 4.20. A.R. N₂O energíaGráfico 4.21. A.R. N₂O industria

La señal de la categoría de energía vuelve a la tendencia de los dos primeros “gases” de esta parte del estudio, caída durante los primeros trece desplazamientos seguidos de una ligera subida de los valores de autorrelacion hasta los dieciocho desplazamientos. La señal acaba con una subida más pronunciada en los dos últimos desplazamientos.

Por otro lado encontramos una señal similar en la categoría de industria, solo que la caída es más suave y, al final se produce un elevamiento de los valores mucho más inmediato. Este hecho es el resultado de relacionar los primeros años de la serie con los últimos de esta, donde es una señal de valores totalmente diferentes pero la pendiente entre estos es similar.

Al estar estudiando la relación de la evolución de la serie, y esta ser tan similar en este periodo, los valores de autocorrelación aumentan.

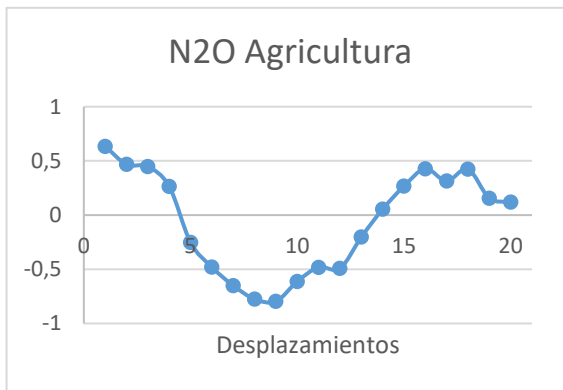


Gráfico 4.22. A.R. N₂O agricultura

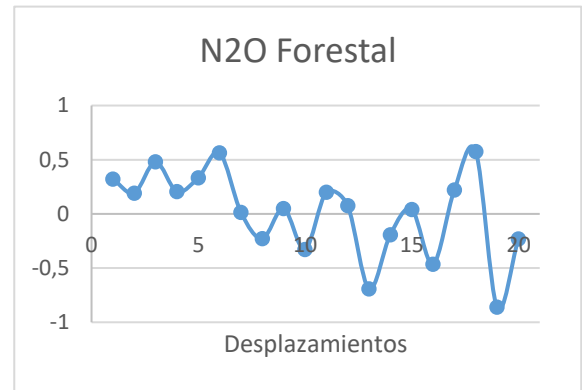


Gráfico 4.23. A.R. N₂O forestal

En la gráfica correspondiente a la agricultura se puede apreciar que vuelve a tender a un ciclo, aparentemente de amplitud menguante, como lo tenía en las señales del dióxido de carbono equivalente como en la del dióxido de carbono.

E igual que en gas anterior la autorregresion de la categoría forestal tiene la tendencia opuesta a la esperada en un modelo autorregresivo.

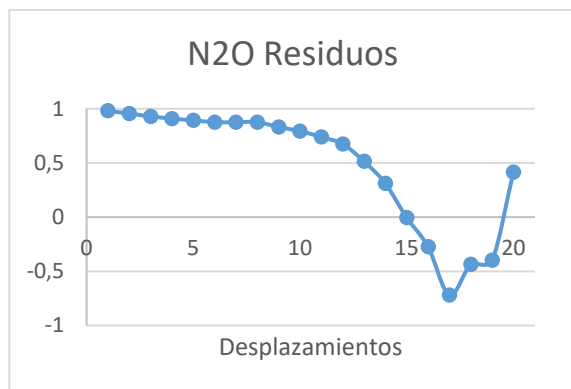


Gráfico 4.24. A.R. N₂O residuos

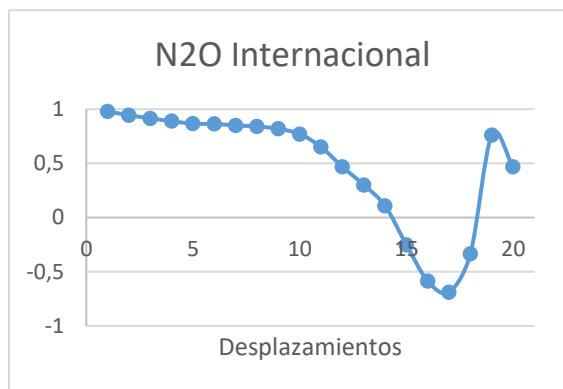


Gráfico 4.25. A.R. N₂O internacional

Para finalizar, estas dos últimas categorías siguen los patrones que cada una de ellas ha mostrado durante todo el análisis.

Con esto finaliza el estudio y análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero en España del periodo comprendido entre el 1990 al 2014.

A continuación se muestran las conclusiones de este.

5. Presupuesto

A continuación se detallan los gastos relativos al personal de desarrollo del proyecto así como al material usado para la realización de este.

Se considera que un ingeniero, en este caso junio, factura 33€/hora y que el material se amortiza en cuatro años.

5.1. Coste de los recursos humanos

PERSONAL	€/H	Horas(h)	Importe total
Ingeniero junior	33	650	21.450,00€
Gasto en recursos humanos			21.450,00€

5.2. Coste de los equipos

Concepto	Precio (€)
Ordenador	700,00€
Licencias programas informáticos	253,90€
Total (4 años)	953,90€
Total amortizable anual	238,48€

5.3. Coste del proyecto

Concepto	Precio (€)
Coste recursos humanos	21.450,00€
Total amortizable anual	238,48€
COSTE TOTAL PROYECTO	21.688,48€

Conclusiones

Como inicio a estas conclusiones quiero remarcar el gran papel que tiene el gas más influyente de los estudiados en este documento, el dióxido de carbono, el cual comprende un porcentaje medio del 80% de las emisiones totales equivalentes en el territorio. Si bien es cierto que es el que menor potencial de calentamiento global tiene, las cantidades emitidas de los otros gases del estudio no llegan al 20% del total en algunos años de este.

El segundo aporte de estas conclusiones es la gran influencia que la economía, tanto nacional como global, sobre las emisiones de un país. Si bien es cierto que algunos sectores no se han visto realmente afectados por los vaivenes económicos, los sectores más pesados o con más volumen de emisiones sí que los perciben. Este es el caso de todos los sectores de la categoría de la energía (industria energética, transportes...) y la categoría de la industria.

En este mismo orden hay que recordar el papel del terreno forestal que absorbe en torno a un 10% de las emisiones equivalentes.

En cuanto al estudio acumulado se concluye el papel de la categoría de la energía en la emisión total. Dentro de esta encontramos los grandes valores de emisiones del sector del transporte, que aún con el envejecimiento del parque nacional a causa de la crisis actual, ha decrecido en los últimos años gracias a las normativas europeas en este sector, así como el potenciamiento del transporte público en grandes ciudades.

A la vez vemos la importancia de control de emisiones de los otros gases, el metano y el dióxido de nitrógeno, sobre todo en las categorías de la agricultura como en el tratamiento de residuos. Esta última categoría se ha comportado de manera totalmente distinta al resto siendo la única, junto al transporte internacional, que ha ido aumentando sus emisiones año tras año.

A destacar en el transporte internacional el peso de los medios marinos, que son los que más emiten en todos los gases estudiados.

Si analizamos las relaciones entre las categorías determinamos una general independencia entre ellas, excepto entre las categorías de energía e industria en la emisión de dióxido de carbono. Como se ha dicho anteriormente estas dos categorías son las que más se ven afectadas por la economía, así que no significa que una sea influyente de la otra, sino que ambas son dependientes de un factor externo a las emisiones como tales, la economía.

Como conclusiones de los procesos autorregresivos mostrar que no se puede definir una relación clara de la autorrelación de las señales.

El único caso que podría seguir los patrones ha sido la categoría de agricultura, donde sí parecía que formaba una serie pulsante de amplitud decreciente.

Bibliografía

1. Sistema español de inventario de emisiones [en línea] Madrid, 2016. Consulta 1 junio 2016. Disponible en: <<http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/>>
2. United Nations, Framework Convention on Climate Change. *Global Warming Potentials* [en línea] Bonn, 2014. Consulta 15 diciembre 2016. Disponible en: <http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php>
3. Peña, D. (1993), Estadística: *Modelos y métodos, 1.Fundamentos* Madrid: Alianza Universidad Textos. ISBN 8420681091
4. Peña, D. (1993), Estadística: *Modelos y métodos, 2.Modelos lineales y series temporales* Madrid: Alianza Universidad Textos. ISBN 8420681105

